

# **DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**Facultad de Ingeniería**

***DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN BAJO AMBIENTE  
WINDOWS DEL MODELO DE SIMULACIÓN  
DE IMPACTOS CRUZADOS KSIM***

**JOSÉ ANTONIO ALTAMIRANO CORRO**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
DE LA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN INGENIERÍA  
(INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES)**



**CIUDAD UNIVERSITARIA**

**1997**



DEPFI

T. UNAM

1997

ALT

92

EN MEMORIA DE PITA †

G(2) 503494

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Gabriel Sánchez Guerrero por todas sus enseñanzas y aportaciones en la dirección y elaboración de esta tesis, siempre estaré en deuda con él.

Al Dr. Antonio Alonso Concheiro y al Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Barros Sierra A. C. ,por su orientación y facilidades para el uso de su acervo bibliográfico.

Al Ing. Sergio Beltrán , pionero del cómputo en México y a la Fundación UNAM por la beca otorgada para la elaboración de este trabajo.

Al M. en I. Francisco Alvarez Caso por haberme introducido en la Simulación Digital y por sus comentarios a la tesis.

Al M. en I. Javier Suárez Rocha por las enseñanzas recibidas en sus seminarios y la revisión del presente trabajo.

A los profesores M. en I. Arturo Fuentes Zenón y M. en I. Jaime Gómez Vega por las observaciones realizadas a esta tesis.

A la Dra. Lourdes Valdivia por haberme brindado su apoyo para la terminación de este trabajo.

A la Fundación ALCORCH por haberme financiado el tiempo que duró la realización de esta tesis.

Al Depto. de Ing. de Sistemas de la División de Estudios de Posgrado de la Fac. de Ing. por todo lo que he recibido de ellos.

A mis amigos, por los momentos pasados.

A mi familia ,pero sobre todo a mis padres y abuelos de quienes siempre he recibido amor y uno de los mejores ejemplos.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	
SIMULACIÓN Y PROSPECTIVA	
1.1 El Quehacer Prospectivo y la Investigación de Operaciones	6
1.2 La Utilidad de los Modelos de Simulación	8
1.3 Modelos de Simulación en la Prospectiva	9
1.4 El Método Delfos	9
1.5 Modelos de Impacto Cruzado	10
CAPÍTULO 2	
EL MODELO DE IMPACTOS CRUZADOS KSIM	
2.1 Génesis del Modelo KSIM	15
2.2 Formulación Matemática del Modelo KSIM	15
2.3 Metodología del Modelo KSIM	18
2.4 Evaluación del Modelo KSIM	19
CAPÍTULO 3	
EL MODELO DE SIMULACIÓN KSIM BAJO AMBIENTE WINDOWS	
3.1 El Modelo KSIM en México	21
3.2 El Ambiente Windows y Visual Basic	22
3.3 El Proceso de Creación de Aplicaciones en Visual Basic	22
3.4 Elementos de la Aplicación KSIM para Windows v 1.0	23

## CAPÍTULO 4

### ESCENARIOS Y KSIM

4.1 Orígenes	27
4.2 Tipos de Escenarios	27
4.3 Objetivos del Método de Escenarios	28
4.4 Construcción de Escenarios con el Modelo KSIM	29
4.5 El Modelo de Tránsito Metropolitano	29
4.5.1 Discusión de las Entradas de la Matriz	30
4.5.2 Discusión de las Corridas del Modelo	33
4.5.2.1 ¿Aumentar los impuestos al automóvil para disminuir su uso?	36
4.5.2.2 ¿Cómo detener la construcción de autopistas?	39
4.5.2.3 ¿Desviar recursos?	42
4.5.2.4 ¿Alguna esperanza?	45
4.6 El Modelo de Detección de Necesidades de Asistencia Médica	48

CONCLUSIONES	58
--------------	----

ANEXO A: INSTALACIÓN DEL KSIM PARA WINDOWS V. 1.0	60
---	----

ANEXO B: CORRIDA DEL KSIM 2	61
-----------------------------	----

ANEXO C: ALGORITMO DEL MODELO DE IMPACTO CRUZADO K SIM	68
---	----

BIBLIOGRAFÍA	69
--------------	----

## INTRODUCCIÓN

Los Estudios del Futuro o Prospectiva cada vez juegan un papel más central en los procesos de decisión en el que se ven confrontados diversos agentes sociales. El ejercicio prospectivo se ocupa de visualizar escenarios en los cuales cada agente social modelará el futuro de corto, mediano y largo plazo de acuerdo a sus intereses. Siendo las empresas y el gobierno los agentes sociales que más recursos destinan a estudios de este tipo, sobre todo este último.

Uno de los retos más apremiantes con el que se enfrentan las empresas y el gobierno en estos días, es la necesidad de prever los acontecimientos futuros. La complejidad y vertiginosidad con que el entorno evoluciona, es una de las causas por las que se requieren Estudios del Futuro que generen escenarios que a su vez sirvan para orientar la acción presente. Lo que por otra parte, en un país como el nuestro, en el que los registros históricos son poco confiables y que por lo mismo no nos dicen gran cosa en cuanto al comportamiento de las alternativas con las que se tiene que enfrentar un decisor, se necesitan nuevas herramientas con las cuales enfrentar estos retos.

Ahora imaginémonos un proyecto en el que no solo no tenemos estos registros, sino que además, dentro de las alternativas de decisión, tenemos algunas que son muy subjetivas o algunas que son completamente nuevas ¿cómo se comportará el sistema?. Sería una de las preguntas que se nos vendrían a la mente y dado que los sistemas complejos exhiben a veces conductas contraintuitivas ¿cómo abordarlos? y ¿con qué metodología?

Debido a esto, la aplicación de métodos híbridos (mezcla de métodos formales e informales) es una de las opciones más apropiadas para generar escenarios.

Los métodos de impacto cruzado han sido una herramienta híbrida que desde sus inicios han contribuido a estructurar la información cuantitativa y cualitativa del desempeño de sistemas complejos para la creación de escenarios futuros.

En este trabajo se desarrolla un paquete de cómputo bajo ambiente Windows para el manejo del modelo de simulación de impactos cruzados basado en el lenguaje de simulación propuesto por Julius Kane (KSIM). La interface gráfica del modelo esta completamente orientada al usuario, lo cual es algo de lo que carecen en la actualidad algunos paquetes que emplean modelos de impacto cruzado.

El motivo por el cual se eligió el modelo propuesto por Julius Kane es, debido a que, reúne ciertas características tales como: facilidad de uso e implementación y además ha probado ser un excelente medio para introducir a los decisores en el estudio de sistemas complejos.

También otra de sus ventajas es que involucra al decisor a que participe en la construcción del modelo evitando de esta manera la separación a veces tan marcada que se da entre el decisor y el analista del sistema.

El presente trabajo está dividido en 4 capítulos, describiéndose a continuación el contenido de los mismos.

En el Capítulo 1 ,se explica el nexo entre la Prospectiva y la Investigación de Operaciones y se ubican ambas dentro del movimiento de sistemas, así mismo se comentan el método Delfos y las características de los modelos de impacto cruzado.

En el Capítulo 2 ,se presenta el modelo de impacto cruzado KSIM desde sus inicios, así como ,su formulación matemática, metodología y evaluación.

En el Capítulo 3 ,se hace un recuento de algunas aportaciones realizadas en México con respecto al modelo KSIM ,el motivo de elegir a Visual Basic como lenguaje de programación y las características de la aplicación KSIM para Windows V. 1.0

En el Capítulo 4 ,se muestra de manera somera en que consiste un escenario y la facilidad del KSIM para Windows V. 1.0 para construirlos ,utilizándose dos ejemplos donde se implementó el modelo KSIM.

Por último se presentan las conclusiones de este trabajo, tres anexos y la bibliografía consultada para su elaboración.

# CAPÍTULO 1

## SIMULACIÓN Y PROSPECTIVA

## CAPÍTULO 1

### SIMULACIÓN Y PROSPECTIVA

El futuro ya no es lo que solía ser

Anónimo

#### 1.1 EL QUEHACER PROSPECTIVO Y LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

La Investigación de Operaciones se relaciona con la operación eficiente de las partes de una organización dada, por ejemplo: la logística industrial y militar son ejemplos típicos de tópicos de la Investigación de Operaciones.

La Investigación de Operaciones busca optimizar la operación de partes de una organización considerando las necesidades de la organización como un todo, en lugar de suboptimizar partes específicas de esta o lo que es lo mismo, viendo la organización desde un punto de vista holístico.

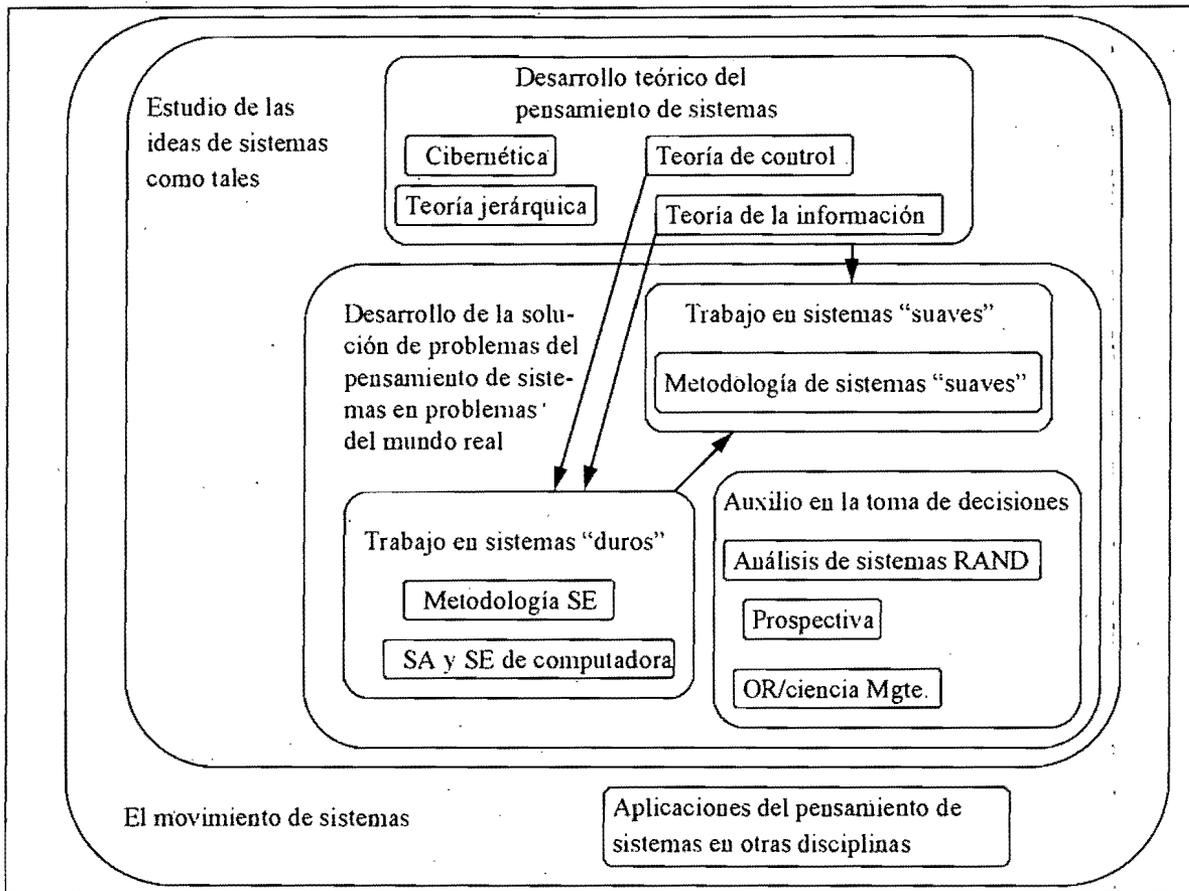
Este criterio de maximizar la eficiencia de la organización como un todo, tiene dos importantes implicaciones:

- a). Se precisa de un enfoque multidisciplinario que tome en cuenta las muchas facetas de la organización entera de una manera apropiada.
- b). Se requiere pensar no únicamente en las operaciones presentes sino también en el futuro de la organización.

Aquí es donde los Estudios del Futuro entran en acción, cuando el horizonte de tiempo es suficientemente lejano, de tal manera que el ambiente operacional para ese tiempo sea substancialmente diferente del que está en el presente, estamos por definición, en el área de los Estudios del Futuro.

La Evaluación Tecnológica, finalmente, es una parte pequeña pero importante de los Estudios del Futuro. La Evaluación Tecnológica considera los efectos sobre una organización, que muy bien puede ser la sociedad considerada como un todo, de la introducción de una nueva tecnología, así como, las medidas para proteger a la organización de los efectos negativos que pueda tener sobre esta o mejorar los beneficios que la organización pueda derivar de ello.

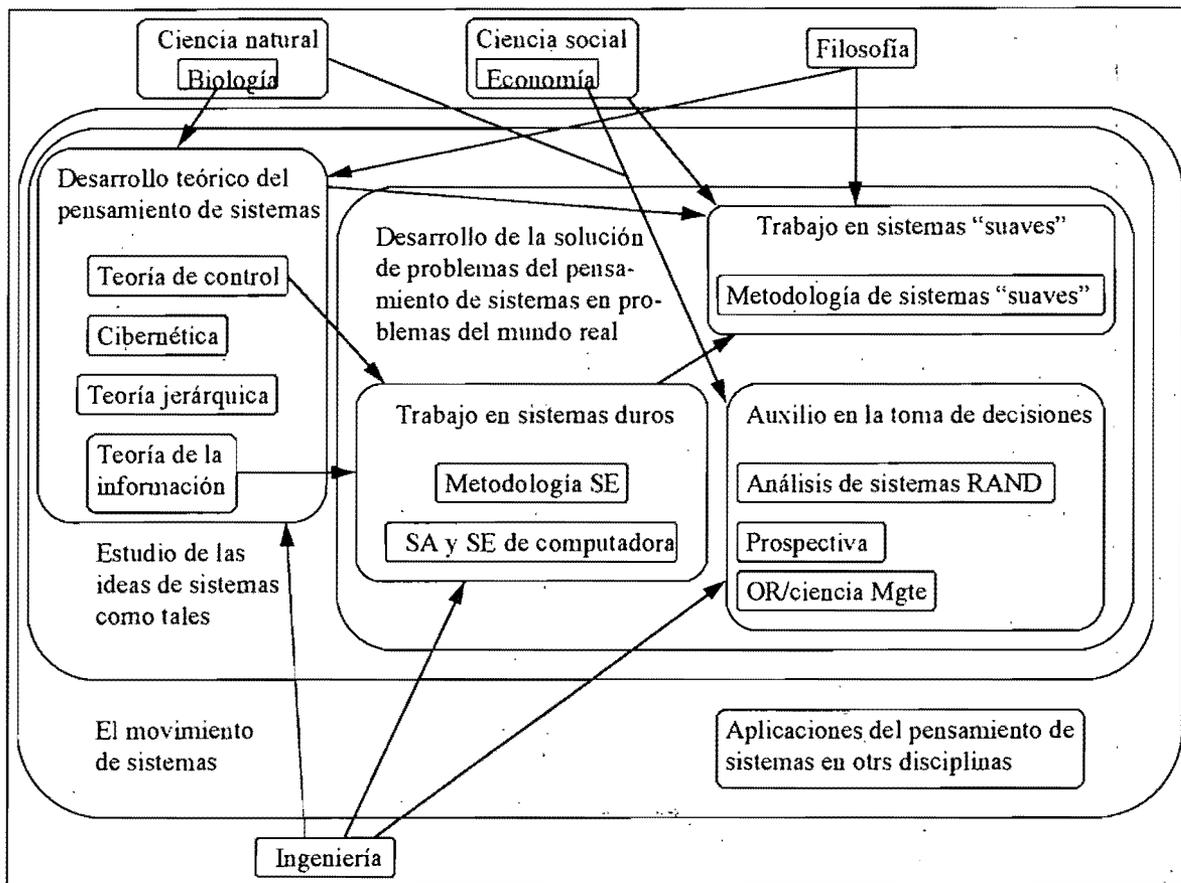
En las gráficas siguientes debidas a Checkland (1981) podemos ver el movimiento de sistemas y sus influencias internas y externas más importantes y situar la Prospectiva dentro de dicho movimiento



**Gráfica 1.** La forma del movimiento de sistemas  
(influencias internas)

En la gráfica 1 podemos ubicar a la Prospectiva dentro de la actividad de "Auxilio en la toma de decisiones". En la gráfica siguiente se incluyen las influencias más importantes de cuerpos externos del conocimiento.

En la gráfica 2 podemos ver que las influencias más importantes sobre el análisis de sistemas RAND, OR, la ciencia administrativa y la Prospectiva, han sido los métodos de las ciencias económicas, naturales y la ingeniería. En el caso de la Prospectiva podemos percatarnos de esto, ya que muchos de sus modelos están inspirados en la econometría, la computación, la Dinámica de Sistemas, por citar algunas disciplinas. De hecho, aunque muchas de las técnicas de la Prospectiva tuvieron su origen en el análisis de sistemas RAND, actualmente se ha consolidado como una disciplina independiente y con su propia dinámica.



Gráfica 2. La forma del movimiento de sistemas  
(influencias externas)

## 1.2 LA UTILIDAD DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

La simulación es una herramienta poderosa para quienes desean analizar, diseñar y operar sistemas complejos permitiendo a los usuarios crear modelos del mundo real que son demasiado complejos para analizarlos por técnicas analíticas. Además es una eficiente herramienta de comunicación, la cual, al mostrar como trabaja el sistema estimula la creatividad, posibilitando las mejoras del mismo.

En la práctica la simulación es una de las técnicas más utilizadas de la Investigación de Operaciones, de hecho según un estudio realizado por Turban (1972), la Simulación es más utilizada en la práctica que la Programación Lineal, la Programación Dinámica, Teoría de Colas, Teoría de Inventarios, etc.

Esto es debido a que la Simulación proporciona un medio de experimentar con las políticas sin hacer cambios en el sistema real.

La Simulación se ha aplicado a un amplio rango de dominios entre los cuales podemos citar los siguientes: comunicaciones, educación, entretenimiento, atención de salud, servicios hoteleros, transporte, pronóstico ambiental, etc.

### 1.3 MODELOS DE SIMULACIÓN EN LA PROSPECTIVA

Los modelos de simulación han jugado un papel importante en la Prospectiva, sobre todo en la elaboración de los "modelos mundiales" del tipo realizado por el Club de Roma, los cuales se han facilitado más por el advenimiento de las computadoras.

En este tipo de modelos se hizo uso del lenguaje de simulación DYNAMO (Dynamics Models) desarrollado por A. Pugh y sus colaboradores del MIT, basado en las ideas de Dinámica de Sistemas de Jay Forrester. Últimamente en *Más allá de los Límites del Crecimiento* se utilizó el modelo World3/91, el cual es una actualización del presentado en los *Límites del Crecimiento y Dinámicas del Crecimiento en un Mundo Finito*, en donde se utilizaron las Ecuaciones DYNAMO ajustadas para correr en ambiente Macintosh.

Dichos enfoques recalcaron la importancia de pensar holísticamente los problemas que aquejan al mundo y la necesidad de hacer frente a ellos de manera conjunta.

Otros modelos que hacen un uso intensivo de las computadoras y que tienen una gran importancia en la Prospectiva son los Modelos de Impactos Cruzados los cuales trataremos posteriormente.

### 1.4 EL MÉTODO DELFOS

Antes de considerar el Modelo de Impacto Cruzado (MIC) debemos de hablar del método Delfos, ya que de hecho MIC nace como una respuesta a las insuficiencias del método Delfos para considerar las interacciones que se dan entre eventos.

El método Delfos puede considerarse como la más genuina técnica de la Prospectiva. Dicho método fue desarrollado e introducido por N. Dalkey y O. Helmer en los años cincuentas cuando ambos eran investigadores de la Rand Corporation.

La investigación con la que nació esta técnica se llamó "Project Delphi", la cual fue patrocinada por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. El objetivo era "obtener el más confiable consenso en las opiniones de un grupo de expertos... mediante series de cuestionarios intensivos con retroalimentación controlada de opiniones".

El experimento se realizó para obtener el óptimo sistema de blancos industriales norteamericanos y la estimación del número de bombas atómicas requeridas para reducir la producción de municiones en una

cierta cantidad, desde el punto de vista de un planificador estratégico ruso, basándose en la opinión del experto.

Según Harold Linstone (1979) "El Delfos es un método adaptado para estructurar un proceso de comunicación de grupo, de modo de permitir al propio grupo tratar un problema complejo en una función de previsión".

De acuerdo con Eleonora Barbieri (1993) el método sigue cinco fases:

**Primera Fase** : Con un equipo de expertos que coordinen el ejercicio Delfos se explora el argumento objeto de interés de la previsión.

**Segunda Fase** : Se elabora un cuestionario y se especifica un grupo de expertos en relación al problema para el que se convoca el Delfos.

**Tercera Fase** : Se recoge la información generada por los expertos en un panel en el que los participantes son siempre anónimos.

**Cuarta Fase** : Se prepara una síntesis de los resultados de la primera ronda de respuestas derivadas de los expertos convocados y un segundo envío a todos los participantes del panel. Las rondas pueden ser más de una dependiendo de la complejidad del argumento.

**Quinta Fase** : Reelaboración final de las respuestas y preparación de una síntesis que tiende a recopilar lo que constituye el objetivo fundamental del método, esto es, un consenso.

Este método se ha usado como herramienta de prospectiva y como sistema de comunicación para definir políticas en los negocios y en las universidades, cuando se emplea en combinación con computadoras se le llama *Delfos en tiempo real*.

## **1.5 MODELOS DE IMPACTO CRUZADO**

El MIC o la familia de modelos que se basan en el análisis de los impactos cruzados entre una serie de acontecimientos, fue inicialmente propuesto por T. Gordon y H. Haywood en el artículo *Initial Experiments with the Cross-Impact Matrix Method of Forecasting*, aparecido en la revista **Futures** en Diciembre de 1968. Lo primero que el modelo establece es una lista de eventos o acontecimientos y unas probabilidades de ocurrencia asociadas a cada uno de ellos. Ambos datos son, en general, proporcionados por un grupo de expertos a través de un método de consulta tipo Delfos.

Lo que se conoce por impacto cruzado es el cambio en la probabilidad de ocurrencia futura de un evento individual cuando ocurre o no ocurre otro de los eventos con él relacionado. Supongamos, por ejemplo, que se tiene una lista de tres eventos, para los cuales se ha logrado determinar, además, las probabilidades individuales de ocurrencia.

Eventos	Probabilidades
E1	0.6
E2	0.4
E3	0.1

La forma de establecer la matriz de impacto será la indicada en la siguiente figura :

Si ocurriera este evento	entonces la probabilidad de ocurrencia
--------------------------	--

	E1	E2	E3
E1	-		
E2		-	
E3			-

Una vez establecido el sentido de la influencia o impacto es necesario calcular la probabilidad condicionada, lo cual es llevado a cabo según el MIC específico que se esté utilizando.

Otra forma de establecer la matriz de impactos es la siguiente :

Si estos eventos ocurren

	A	B	C	... N
A	X			
B		X		
C			X	
N				X

¿Cómo impactan a los eventos de las filas ?

En la cual las entradas se dan en términos de ponderaciones y no de probabilidades, en el MIC que se empleó en este trabajo haremos uso de esta forma.

Desde los 70's a la fecha una gran cantidad de esfuerzo ha sido dedicado en el mejoramiento de la técnica, lo cual ha conducido a una gran cantidad de modelos de Impacto Cruzado.

Los modelos difieren en varios puntos, como veremos a continuación utilizando una clasificación debida a Jorge Ludlow (1986), donde se destacan los siguientes puntos :

- **Atractivo**

Facilidad de uso

- **Convergencia**

Que el algoritmo llegue a su término en un número finito de etapas

- **Consistencia**

Que cumpla con la teoría de las probabilidades

- **Cómputo**

Que el tiempo de máquina no sea costoso

- **No fragilidad**

Que no produzca simulaciones confusas ni contradictorias entre si

- **Coherencia**

Datos absurdos producen escenarios absurdos

Los modelos se ordenan por las características mencionadas anteriormente de la siguiente manera :

	Bartlett	Gordon	Doran	Dunbar-Edler	TSIM	Nakayama
Atractivo	si	no	si	no	si	no
Convergencia	si	no	si	no	si	no
Consistencia	no	no	si	si	no	si
Cómputo	si	no	si	no	si	no
No fragilidad	no	no	si	no	si	no
Coherencia	si	no	si	no	no	no

Cabe hacer mención que dichos modelos han sufrido una serie de modificaciones desde entonces , sobre todo en cuanto a mejoras y depuraciones.

También en lo referente al rubro de cómputo, el aumento en la potencia de procesamiento, junto con la disminución en el precio de las computadoras, ha hecho que las consideraciones sobre el tiempo de máquina sean irrelevantes en la mayoría de los casos.

La anterior tabla no pretende ser exhaustiva ,ya que de hecho esta técnica es muy amplia y compleja. Algunos MIC utilizan entre otras cosas : Programación Cuadrática, Simulación Monte Carlo, multiplicadores de Lagrange ,Mecánica Estadística ,Ecuaciones Diferenciales ,etc.

En el MIC KSIM manejado en este trabajo se hará uso de la versión canónica ,en caso de que surja un interés por extensiones de este MIC o de otros, en la bibliografía que se encuentra al final del trabajo se dan las referencias.

## **CAPÍTULO 2**

### **EL MODELO DE IMPACTOS CRUZADOS KSIM**

## CAPÍTULO 2

### EL MODELO DE IMPACTOS CRUZADOS KSIM

Es esencialmente duro predecir,  
sobre todo si se trata del futuro

Niels Bohr

#### 2.1 GÉNESIS DEL MODELO KSIM

El modelo de simulación KSIM parte del lenguaje de simulación de impactos cruzados KSIM ideado por el Dr. Julius Kane quien es profesor de Ecología Matemática en la Universidad de British Columbia, Canadá. Dicho lenguaje surge de la inquietud de modelar variables cuya naturaleza es eminentemente subjetiva y las cuales son excluidas por no ser fácilmente cuantificables. Por ejemplo, el status, el confort, la calidad de vida, etc. Dichas variables a veces son los parámetros más importantes en los fenómenos que se modelan.

Otra razón muy importante es la naturaleza altamente técnica de los modelos de simulación utilizados, debido a lo cual, hay una brecha muy grande entre los analistas del sistema y los decisores y por lo mismo la participación de estos en la construcción del modelo es prácticamente nula.

Por eso la mayoría de los decisores están acostumbrados a formular sus políticas con base en reportes de los "expertos".

La idea de este lenguaje es que gente con escasa preparación matemática pudiera incorporarse en la construcción del modelo y que adquiriera fluidez en el manejo de los conceptos de impactos cruzados.

#### 2.2 FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO KSIM

Para la construcción del modelo nosotros empleamos el lenguaje de simulación (KSIM) el cual cumple con las siguientes condiciones:

(1) Las variables del sistema son acotadas. Esto es debido a que cualquier variable significativa de interés humano no puede crecer indefinidamente, por lo tanto debe tener límites, los cuales pueden ajustarse entre 0 y 1.

(2) Una variable aumenta o disminuye si el impacto neto de las otras variables sobre esta es positivo o negativo.

(3) La respuesta de una variable a un impacto dado deberá tender a cero a medida que la variable se acerque a su límite superior o inferior, exhibiendo un comportamiento de carácter sigmoidal.

(4) Al mantener constantes todas las variables y variando una de ellas, el impacto será más grande cuando mayor sea la variación de esta.

(5) Las interacciones complejas son descritas por una red de interacciones binarias.

Con estas condiciones en mente consideremos la siguiente estructura matemática. Puesto que las variables de estado son acotadas por arriba y por abajo, entonces pueden ser normalizadas entre cero y uno, por lo tanto para cada variable tenemos:

$$0 < x_i(t) < 1 \quad \text{para todo } i = 1, 2, \dots, n \text{ y toda } t > 0 \quad (\text{I})$$

Las ecuaciones iterativas del modelo son las siguientes :

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t) p_i(t) \quad (\text{II})$$

en donde el exponente  $p_i(t)$  está dado por :

$$p_i(t) = \frac{1 + \Delta t/2 \left[ \sum_{j=1}^n \{ (|a_{ij}| - a_{ij}) x_j(t) \} + |u_i(t)| - u_i(t) \right]}{1 + \Delta t/2 \left[ \sum_{j=1}^n \{ (|a_{ij}| + a_{ij}) x_j(t) \} + |u_i(t)| + u_i(t) \right]} \quad (\text{III})$$

Los elementos de la matriz que representan los impactos de  $x_j(t)$  sobre  $x_i(t)$ , son los  $a_{ij}$  los cuales describen las interacciones binarias entre  $x_j(t)$  y  $x_i(t)$ , modelando de esta manera la conducta del sistema.

Los  $u_i(t)$  simulan la influencia que ejercen los factores externos sobre las variables consideradas.

$\Delta t$  es el periodo de tiempo de una iteración.

La ecuación anterior la podemos expresar de una forma más entendible si la expresamos de la siguiente manera :

$$p_i(t) = \frac{1 + \Delta t | \text{suma de los impactos negativos sobre } x_i(t) |}{1 + \Delta t | \text{suma de los impactos positivos sobre } x_i(t) |} \quad (\text{IV})$$

Cuando los impactos negativos son mayores que los positivos,  $p_i(t) > 1$  y  $x_i(t)$  decrece; mientras que si los impactos negativos son menores que los positivos,  $p_i < 1$  y  $x_i(t)$  se incrementa.

Finalmente, cuando los impactos positivos y negativos son iguales,  $p_i(t) = 1$  y  $x_i(t)$  permanece constante, por lo tanto la condición (2) se cumple.

Para verificar las condiciones (3) - (5), primero vemos que para pequeños  $\Delta t$  las ecuaciones (II) y (III) describen la solución del siguiente sistema de ecuaciones diferenciales o sistema dinámico:

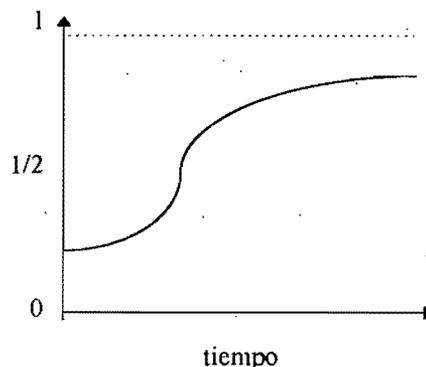
$$\dot{x}_i(t) = -x_i(t) [\ln x_i(t)] \left\{ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(t) + u_i(t) \right\} \quad (\text{V})$$

En donde  $i=1, \dots, N$ ,  $a_{ij}$  son constantes,  $\dot{x}_i(t)$  es la derivada de  $x_i$  con respecto a  $t$  y la parte  $x_i(t) [\ln x_i(t)]$  modula la respuesta de la variable  $x_i(t)$  al impacto recibido de  $x_j(t)$ .

El sistema dinámico dado cumple con las ecuaciones (I) - (IV) y con las condiciones (1) - (5) establecidas anteriormente, los detalles se dan en Kane (1972).

En el caso de una variable podemos ver fácilmente que el sistema exhibe un comportamiento sigmoideal, ya sea de crecimiento o decaimiento, dependiendo si la constante es positiva o negativa.

Tales patrones son característicos de muchos procesos de carácter tecnológico, económico y biológico.



Gráfica 3. Perfil de una función sigmoideal

## 2.3 METODOLOGÍA DEL MODELO KSIM

Para aplicar el modelo KSIM es necesario llevar a cabo los siguientes pasos :

### a). Definir el Problema

Un grupo de expertos es convocado ,cuyo primer paso es definir el problema y acordar los límites temporales y espaciales así como alcanzar un consenso sobre los supuestos clave.

Cabe hacer mención que la palabra "experto" connota a una persona involucrada en el sistema y no necesariamente alguien con una formación altamente especializada.

### b). Identificar las Variables

Las variables del sistema son entonces identificadas y definidas de una manera consensada (por ejemplo ¿qué significamos por calidad de vida? y ¿cómo la medimos?).

Límites mínimos y máximos son determinados para cada variable y se normalizan de tal manera que su máximo sea 1. Los valores iniciales de cada variable se expresan como porcentaje (decimal) de cada máximo.

### c). Ponderar una Matriz

Una matriz de impacto cruzado es entonces ponderada de la siguiente manera :

#### Escala de Votación y su Descripción Subjetiva \*

Calidad de Votación	Descripción Subjetiva
+ 4	Esencial
+ 3	Importante
+ 2	Útil, pero no esencial
+ 1	Perceptible, acrecentamiento
0	Ningún efecto
- 1	Perceptible, efecto inhibitorio
- 2	Efecto de retardo
- 3	Principal obstáculo
- 4	Casi un obstáculo insuperable

\*Esta escala de votación es arbitraria, por lo que podemos utilizar una de nuestra elección, teniendo en cuenta que los aumentos en la escala positiva favorecen los eventos y en la negativa los inhiben. Su inclusión en el paquete KSIM es de servir únicamente con fines de guía.

El programa de computadora entonces efectúa los cálculos en base a los valores iniciales y los valores de impacto cruzado y despliega los valores de las variables proyectadas sobre el tiempo.

A continuación el grupo de expertos refina la matriz ,mejorando la selección de variables, la definición y las estimaciones.

#### **d). Evaluar las alternativas**

Cuando un consenso es alcanzado, la evaluación de las alternativas inicia. Los participantes cambian supuestos, valores o introducen nuevos eventos. El equipo puede rápidamente inspeccionar los impactos producidos y considerar las consecuencias de políticas alternativas y realizar análisis de sensibilidad.

### **2.4 EVALUACIÓN DEL MODELO KSIM**

El concepto de evaluación involucra la comparación con un patrón establecido ,ahora ¿cómo comparamos? ,si el modelo que vamos a evaluar es algo completamente nuevo ,donde no hay registros históricos ni precedentes.

La principal barrera que se encuentra con la introducción de variables “suaves” en modelos de simulación es el supuesto de que ellas necesitan ser definidas en términos precisos, numéricos.

Esta actitud que Julius Kane llama el “sesgo numérico” es la que prevalece en muchos analistas.

Debemos recordar que la matemática no está exclusivamente relacionada con números ,sino también con formas y relaciones entre otras cosas.

Pensemos en la Geometría ,los conceptos geométricos permiten más holgura que los aritméticos por ejemplo el enunciado “A es mayor que B” es a menudo todo lo que necesitamos saber sin necesidad de “aritmétizar” A y B.

Las evaluaciones subjetivas generalmente se correlacionan bien con el entendimiento geométrico. Con esto no se está enfatizando la ambigüedad sino que las evaluaciones subjetivas contienen información y hay que extraerla en vez de descartarlas de entrada.

Todo esto viene a colación porque en este método no hay una preocupación por la precisión como en otros que pretenden predecir el tiempo y lugar de los eventos futuros.

Por todo esto es muy difícil hablar de evaluación y no nada más de este método ,sino en general de los métodos que se emplean en Prospectiva ,más bien este método es una herramienta educativa con la cual aprendemos más de los sistemas complejos y de las limitaciones inherentes de las decisiones humanas.

## **CAPÍTULO 3**

### **EL MODELO DE SIMULACIÓN KSIM BAJO** **AMBIENTE WINDOWS**

## CAPÍTULO 3

### EL MODELO DE SIMULACIÓN KSIM BAJO AMBIENTE WINDOWS

Visual Basic es el entorno perfecto  
para la programación de los años 90.

Stewart Alsop  
New York Times

Para los que nos ganamos la vida explicando la complejidad de la programación para Windows  
a programadores, el Visual Basic es una auténtica amenaza para nuestra forma de vida

Charles Petzold  
New York Times

#### 3.1 EL MODELO KSIM EN MÉXICO

En México los que han desarrollado aplicaciones del modelo KSIM son la compañía Dinámica Heurística S.C. para la antes SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) hoy SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) como parte del Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental (SIRIA), el cual fue programado en Turbo Pascal; y por E. Frontana de la Cruz y Norma E. Uribe del Instituto de Ingeniería de la UNAM en "Prospectiva de las necesidades de la Transportación Regional de Pasajeros" (1985) el cual fue programado en Fortran. Otros aunque no hallan desarrollado una aplicación en algún lenguaje de programación, lo han implementado, como es el caso de E. Mercado (1979) y (1991).

También ha habido quienes han expuesto su metodología, sin haber desarrollado una aplicación e implementación, como J. Ludlow en "Metodologías de Impacto Cruzado aplicado a la Generación de Escenarios" (1986).

El motivo por el cual se ha decidido realizar una aplicación más, es debido a que, en las anteriores no se había hecho uso de un ambiente gráfico que fuera orientado al usuario como lo es Windows.

Además se proporciona un disco de instalación que funciona en la versión más reciente de este ambiente gráfico que es Windows 95, así como en las anteriores versiones de esta plataforma.

Otro de los motivos es la necesidad de herramientas informáticas que apoyen el quehacer prospectivo y de las cuales hay una gran carencia en México.

### 3.2 EL AMBIENTE WINDOWS Y VISUAL BASIC

Una de las plataformas más populares en los últimos años ha sido Windows, debido entre otras cosas a la interface gráfica de usuario, o GUI (Graphical User Interface) que ha hecho las aplicaciones más consistentes y atractivas.

Pero todo eso tenía un costo, desarrollar una aplicación de Windows requería expertos programadores en C. El entorno de programación de Visual Basic ha cambiado esta situación, ya que se pueden desarrollar aplicaciones en menor tiempo que el requerido anteriormente y con una mayor facilidad.

Visual Basic es de los primeros lenguajes que admite la programación "orientada a eventos", un estilo muy apropiado para los entornos visuales. En la programación tradicional la orientación es hacia el proceso, al paso a paso al igual que una receta, lo cual no permite una gran flexibilidad al usuario.

En la programación orientada a eventos en lugar de escribir un programa que determina cada uno de los pasos en un orden determinado, el programador escribe un programa que responde a las acciones del usuario: presionar un botón, mover el mouse, hacer click en una ventana, etc. En vez de escribir un gran programa, el programador crea una aplicación que es realmente una colección de microprogramas que cooperan entre ellos y que se ejecutan a raíz de eventos iniciados por el usuario.

Estas y otras consideraciones hicieron que se eligiera Visual Basic como el lenguaje de programación idóneo para la elaboración del KSIM para Windows V 1.0.

### 3.3 EL PROCESO DE CREACIÓN DE APLICACIONES EN VISUAL BASIC

El proceso de diseño de una aplicación en Visual Basic consta de tres pasos:

- \* Creación de la interface gráfica de usuario
- \* Establecimiento de las propiedades de los objetos que intervienen en dicha interface
- \* Programación del código que responda a los eventos (oprimir un botón, introducir datos, etc.)

Como se podrá ver, el proceso es diferente al de la programación tradicional. Al principio puede resultar un poco incómodo pero luego se aprecian la flexibilidad con la cual se estructura una aplicación.

No en balde Bill Gates presidente de Microsoft lo calificó de "Asombroso" cuando salió la versión 1.0. También Steve Gibson en Infoworld dijo que Visual Basic era un "Milagro nuevo, Increíble" y que cambiaría radicalmente la forma en que la gente piensa y utiliza Microsoft Windows.

### 3.4 ELEMENTOS DE LA APLICACIÓN KSIM PARA WINDOWS V 1.0

La aplicación KSIM para Windows V 1.0 consta de los siguientes elementos :

a). Ventana de Inicio ,con la cual arrancamos la aplicación y obtenemos datos acerca de ella.

b). Ventana de Datos del Modelo ,en la cual seleccionamos el número de alternativas de decisión del modelo, pudiendo manejar hasta cinco.

El valor del incremento de tiempo para cada iteración representa a  $\Delta t$ , que es el mismo que aparece en el cálculo del exponente  $p_i(t)$ .

El intervalo de tiempo de corrida de la simulación nos limita el número de corridas que se llevarán a cabo del modelo que se esté analizando.

Para calcular el número de corridas de simulación, se divide el intervalo de tiempo entre el incremento de tiempo para cada iteración .En este caso utilizando los valores por omisión , se obtiene  $0.3 / 0.001 = 300$  corridas de simulación.

The image shows a dialog box with a textured background. It contains three input fields with labels to their left. The first field is labeled 'Incremento de Tiempo para cada Iteración' and contains the text '001'. The second field is labeled 'Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación' and contains the text '.3'. The third field is labeled 'Número de Alternativas de Decisión' and contains the text '2'. Below the third field is a small spinner control with left and right arrows. At the bottom of the dialog are three buttons: 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Borrar'.

c). Ventana de Continuación de los Datos del Modelo, la cual depende del número de alternativas de decisión elegidas anteriormente y en la cual, introducimos los nombres y seleccionamos los valores iniciales de las alternativas de decisión cuyo rango oscila entre 0 y 1.

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text"/>
	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text"/>	
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value=".01"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value=".01"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>	<input type="button" value="Borrar"/>	

d). Ventana de Corrida del Modelo en la cual introducimos las entradas de la matriz de impacto cruzado, para lo cual, utilizaremos el ratón o el teclado (tab y ctrl-tab) para desplazarnos. Para las entradas podemos utilizar la escala de votación de la misma ventana como guía o en su caso otra equivalente. En esta ventana hay un botón de corrida del modelo con el cual observamos la evolución del modelo objeto de estudio en tiempo real. También hay una caja de texto donde se nos indica el número de corridas de simulación del modelo, el cual se obtiene de la manera indicada anteriormente.

Estos son los colores que se han asignado a las cinco alternativas de decisión de que consta el modelo

Alternativa de Decisión 1	Color Negro
Alternativa de Decisión 2	Color Rojo
Alternativa de Decisión 3	Color Verde
Alternativa de Decisión 4	Color Amarillo
Alternativa de Decisión 5	Color Azul

The screenshot shows the 'Corrida del Modelo' window. On the left, there is a table for the 'Matriz de Impactos Cruzados' with columns for 'Si Ocurre' and '¿Cómo Afecta a:?' and rows for 'Impacto Externo (Opcional)'. Below this is a 'Escala de Votación y su Descripción Subjetiva' with a dropdown menu currently set to '0 Ningún Efecto'. To the right, there is a graph titled 'Valores Iniciales' with a y-axis from 0 to 1.0 and an x-axis labeled 'Tiempo'. At the bottom, there are four buttons: 'Corrida del Modelo', 'Cancelar', 'Imprimir', and 'Borrar'. A text box labeled 'Número de Corridas del Modelo' is also present.

# **CAPÍTULO 4**

## **ESCENARIOS Y KSIM**

## CAPÍTULO 4

Sólo se puede predecir lo que ya ha sucedido

Eugene Ionesco

### ESCENARIOS Y KSIM

#### 4.1 ORÍGENES

El futuro es múltiple y varios futuros potenciales son posibles. La descripción de un futuro potencial y la progresión hacia él constituye un "escenario".

La palabra escenario fue introducida en los Estudios del Futuro por Hermann Kahn en su libro "El año 2000", pero su empleo fue primero en la literatura como lo podemos ver en las obras de Anatole France (La Isla de los Pingüinos) o de George Orwell (1984).

Los investigadores Gordon, Helmer, Dalkey, Godet, Schwartz y otros han desarrollado varios métodos formales e informales para construir escenarios, los cuales, en su mayoría están basados en discusiones entre expertos: Delfos, Impactos Cruzados, etc. Los avances son regularmente publicados en revistas como "Futures" y "Technological Forecasting and Social Change".

En la práctica no hay un método de escenarios sino una gran variedad de métodos de construcción de estos (algunos simples, otros más sofisticados).

#### 4.2 TIPOS DE ESCENARIOS

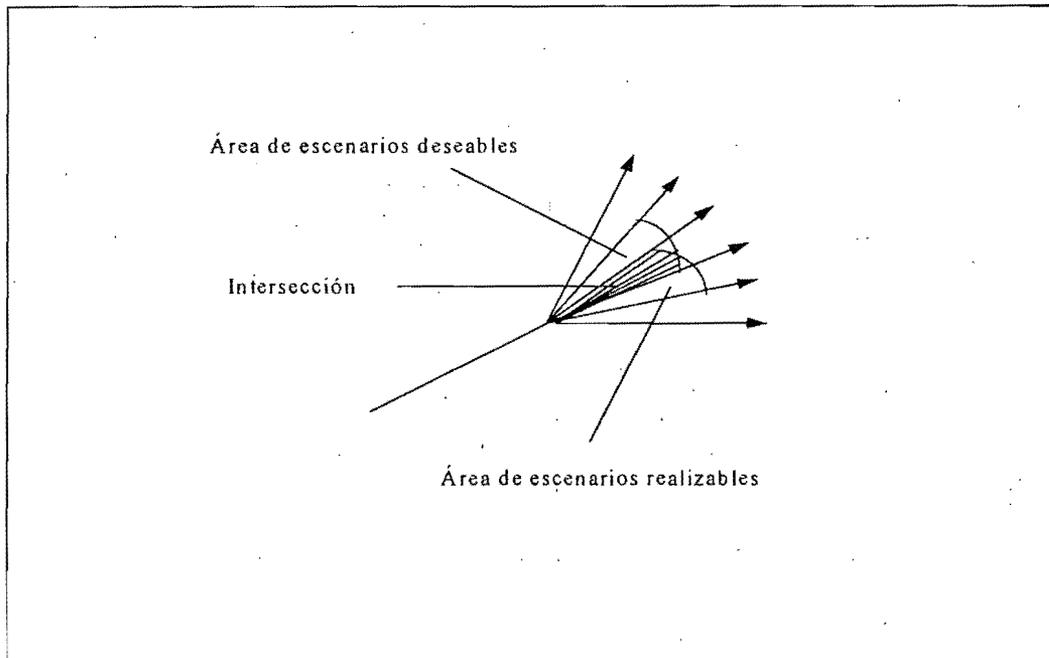
**Escenario**: "Una totalidad hecha de la descripción de una situación futura y de la secuencia de eventos que facilitan la evolución desde la situación original a esta situación futura". A esta definición propuesta por J.C. Bluet y J. Zemor (1970) adicionaremos que el conjunto debe mostrar cierta coherencia.

Por lo regular una distinción es hecha entre lo siguiente:

**Escenarios Posibles**: Todos los que pueden ser imaginados.

**Escenarios Realizables**: Todos los que son posibles, tomando en cuenta las restricciones.

**Escenarios Deseables** : Todos los que caen en la categoría de posibles pero que no son necesariamente realizables.



**Gráfica 4. Área de Escenarios Posibles**

Como vemos en la gráfica 4 ,la intersección del área de escenarios deseables y los realizables es la que nos va a servir de guía para normar nuestras acciones presentes ,reduciendo de esta manera la incertidumbre inicial.

### **4.3 OBJETIVOS DEL MÉTODO DE ESCENARIOS**

El incremento en la incertidumbre,la creciente interdependencia ,la rápida tasa de cambio en ciertas áreas en comparación con la lentitud de otras, son factores que justifican el enfoque prospectivo cuando consideramos las acciones presentes.Específicamente se requiere lo siguiente :

\* Escenarios alternativos para el desarrollo futuro identificando los problemas asociados y las oportunidades, dado los objetivos que han sido seleccionados.

\* Las posibles acciones requeridas para remediar tales problemas o tomar ventaja de tales oportunidades.

\* Las consecuencias de las posibles acciones dado el escenario y los objetivos seleccionados.

El método de escenarios trata específicamente de concebir todos los futuros posibles y explorar las rutas que conducen a ellos de manera que se clarifiquen las acciones presentes y sus posibles consecuencias.

#### 4.4 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS CON EL MODELO KSIM

La construcción de escenarios con el modelo KSIM es muy fácil y nos permite visualizar el comportamiento del sistema que estamos estudiando y de esta manera formular políticas que apoyen la labor de los decisores. Para ejemplificar el uso del modelo presentaremos dos casos, uno debido a Julius Kane en el cual se analiza el tránsito metropolitano de la región de Vancouver y otro debido a Ernesto Mercado, el cual aborda problemas de planeación de un sistema de atención médica.

#### 4.5 EL MODELO DE TRÁNSITO METROPOLITANO

Este modelo debido a Julius Kane reviste importancia ya que fue un problema de planeación del transporte en la región de Vancouver, donde se aplicó por primera vez esta técnica, y la cuestión que se trató de responder fue la de "¿Pueden los recursos del tránsito público lograr su objetivo de obtener una circulación fluida en la metrópoli?".

Para responder a esta cuestión se deben considerar no solamente factores económicos, sino también consideraciones subjetivas, tales como, la libertad (disponibilidad inmediata, multiplicidad de elección de rutas, desviación fácil a destinos alternos) y el confort.

En el transporte público uno está restringido a horarios, rutas rígidas, accesibilidad limitada a los destinos. Claramente LIBERTAD debe ser una variable, también se debe incluir USO (para la fracción relativa del uso del auto), CyC para confort y comodidad, COSTO y VELOCIDAD. A continuación se definirán las variables en detalle :

1. COSTO : Esta variable es escalada entre cero y uno y esencialmente mide el costo percibido del automóvil como una fracción del ingreso anual total del individuo. Consecuentemente, un individuo que gane \$100,000 pesos anuales y si el automóvil le está costando a él \$10,000 pesos anuales podemos tener un valor de 0.1 para esta variable.

2. USO : Esta es descrita como el uso del automóvil como medio de transporte comparado con los medios de transporte competidores ,por lo tanto un valor de 0.95 de esta variable indica que el automóvil es usado el 95 % del tiempo en lugar de los otros posibles medios de transporte, como podrían ser el transporte público o el caminar.

3. CyC : Confort y comodidad y todos los demás atributos de deseabilidad estética. Se eligió para CyC un valor de 0 cuando el uso del automóvil es acompañado de un agudo malestar. Cuando CyC = 1 el uso del automóvil es de una completa satisfacción y lujo.

4. LIBERTAD : Esta variable esencialmente mide la libertad de elección involucrada en el viaje. Incluye consideraciones tales como : elección de rutas alternas y reestructuración de calendarios cuando nuevas situaciones ocurren.

5 . VELOCIDAD : Esta variable mide la velocidad del automóvil *percibida* entre dos puntos aleatorios en la red de transporte .El valor de 1 es descrito como la velocidad entre dos puntos bajo circunstancias ideales - máxima velocidad y nada de tráfico. Durante el día este valor puede ser 0.9 para un automóvil excepto para las horas pico ,cuando puede bajar a 0.7 o 0.6.

#### 4.5.1 DISCUSIÓN DE LAS ENTRADAS DE LA MATRIZ

En el modelo de tránsito bajo discusión se introdujeron cinco variables que interactúan con las demás. También se introdujo el impacto que ejerce el mundo externo sobre cada una de ellas ,de tal manera que ,se adicionan cinco interacciones. De acuerdo a esto hay cinco auto-interacciones, veinte interacciones binarias y cinco impactos externos. Eligiendo estos treinta parámetros se define el sistema. Una primera aproximación está dada por la siguiente tabla :

**Matriz de Interacciones describiendo el Patrón presente del Transporte Público/Privado**

Si Ocurre ¿Cómo afecta a?:	COSTO	USO	CyC	LIBERTAD	VELOCIDAD	MUNDO EXTERNO
COSTO	0	-2	+2	+1	+1	-1
USO	+2	+1	+2	+2	+2	+1
CyC	+1	-2	0	0	0	+1
LIBERTAD	+1	-3	0	0	0	+2
VELOCIDAD	+1	-3	0	+1	0	+2

Vamos a escribir A : B para la acción de A sobre B y se describirán las motivaciones que originaron las ponderaciones de arriba.

USO : COSTO (-2) .Aquí se argumenta que el uso del auto disminuye el costo percibido.La razón para esta elección es que el costo del automóvil está fuertemente implícito. Para mucha gente el principal costo de tener un carro está consignado al pasado (la fecha en que el carro fue comprado).

De acuerdo a esto ,la actitud de la gente es que permaneciendo el carro ocioso en la cochera ,representa un gasto sin ningún tipo de compensación.Por lo tanto, las personas tienden a usar sus carros como medio de amortizar sicológicamente su alta inversión.Esto contrasta de manera aguda con el transporte público ,donde los costos de peaje son muy explícitos en su naturaleza y nos recuerdan su costo cada vez que hacemos uso de este.

CyC : COSTO (+2) .Obviamente entre más lujoso sea un carro costará más.

LIBERTAD : COSTO (+1) .Claramente la libertad exige un precio.Por ejemplo el aumento de la confiabilidad viene con mejores automóviles o mejor servicio y mantenimiento.

VELOCIDAD : COSTO (+1) .Entre más rápido y maniobrable sea un carro generalmente cuesta más.

MUNDO EXTERNO : COSTO (-1) .Debido a los avances tecnológicos y las ganancias en la productividad el costo *relativo* de un carro ha estado declinando.

COSTO : USO (+2) .Entre más costoso sea un carro más ansioso estará el propietario por usarlo y exhibir su preciada posesión.

USO : USO (+1) .El uso fortalece el uso y tiende a formar un hábito.

CyC : USO (+2) .Entre más confortable sea un auto (especialmente en contraste con el transporte masivo) su uso se fortalecerá.

LIBERTAD : USO (+2) .Entre más fácil sea el acceso del carro a destinos arbitrarios el uso se fortalecerá

VELOCIDAD : USO (+2) .Entre mayor sea la velocidad relativa del carro comparado al transporte público, más será usado.

MUNDO EXTERNO : USO (+1) .El mundo externo fortalece el uso del automóvil debido a que el automóvil es un modo de transporte de mayor estatus que el transporte público.

COSTO : CyC (+1) .Entre más costoso es un carro en general es más su confort y comodidad.

USO : CyC (-2) .Claramente entre más sea usado un automóvil menos confortable tenderá a ser debido al deterioro mecánico ,así como, se congestionará el tráfico también.

MUNDO EXTERNO : CyC (+1) .El mundo externo tiende a fortalecer el confort y comodidad automotriz debido a la construcción de autopistas y mejoras en la ingeniería de tráfico.

COSTO : LIBERTAD (+1) .Una marca nueva de carro será más confiable que una vieja.En general podemos esperar que entre mayor sea el costo más libres estaremos problemas de servicio.

USO : LIBERTAD (-1) .Esta es negativa debido a que un incremento del uso del auto incrementará la congestión del tráfico lo cual disminuirá la libertad.

MUNDO EXTERNO : LIBERTAD (+2) .El mundo externo generalmente construye autopistas y provee de rutas alternas,por lo tanto tiende a fortalecer la libertad.

COSTO : VELOCIDAD (+1) .Los Jaguares son más rápidos que los Volkswagens.

USO : VELOCIDAD (-3) .El uso del auto inhibe la velocidad debido a un incremento de la congestión del tráfico.

LIBERTAD : VELOCIDAD (+1) .Esta es tomada como un valor positivo debido a que entre más elecciones tenga un individuo para alcanzar su destino más grande su velocidad promedio será.Un carro puede elegir una ruta alterna donde un microbús puede ser detenido por el tráfico.

MUNDO EXTERNO : VELOCIDAD (+2) .Otra vez,debido a que el gobierno busca resolver los problemas de vialidad se construyen autopistas,lo que fortalece la velocidad.

Como valores iniciales se eligieron los siguientes :

Alternativa de Decisión	Color
COSTO = 0.2	Negro
USO = 0.8	Rojo
CyC = 0.6	Verde
LIBERTAD = 0.6	Amarillo
VELOCIDAD = 0.5	Azul

#### 4.5.2 DISCUSIÓN DE LAS CORRIDAS DEL MODELO

Una vez que los valores iniciales y la matriz de interacciones ha sido acordada es un procedimiento sencillo proyectar los estados futuros del sistema, las gráficas siguientes ilustran la conducta que emerge de los supuestos anteriores.

Aquí se ve que la variable 2 USO aumenta continuamente hasta que alcanza un máximo. Esto a pesar de un lento, pero uniforme decrecimiento en CyC, LIBERTAD y VELOCIDAD. Si esto puede parecer sorprendente debemos recordar que como el confort, la libertad y la velocidad declinan, el uso del auto empieza a declinar, pero esto resulta en un decremento de la congestión del tráfico que finalmente fortalece un incremento neto en USO (un ejemplo sencillo de conducta contraintuitiva).

La conducta del sistema no puede ser completamente entendida hasta que un número de estrategias de intervención han sido sugeridas y seguidas hasta su conclusión: Sin embargo cualquier manipulación realista producirá un efecto apenas perceptible, esto proviene de la conducta estable intrínseca de sistemas de interacción múltiple. Aún en este modelo relativamente ingenuo hay 21 interacciones no triviales y esta complejidad dota al sistema con una obstinada resistencia al cambio. Esto por supuesto es bien conocido por los ecologistas y algunos políticos pero la importancia de este hecho no puede ser pasado por alto.

Incremento de Tiempo para cada Iteración

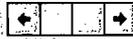
.001

Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación

5

Número de Alternativas de Decisión

5



Aceptar

Cancelar

Borrar

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1

costo

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2

uso

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3

cyc

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4

liber

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5

veloc

Nombre del Impacto Externo (Opcional)

mundo

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1

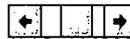
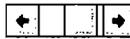
.2

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2

.8

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3

.6

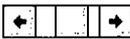


Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4

.6

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5

.5



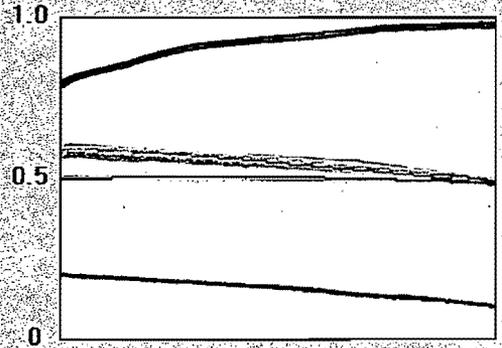
Aceptar

Cancelar

Borrar

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a - ?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	costo	uso	cyc	liber	veloc	mundo
costo	0	-2	2	1	1	-1
uso	2	1	2	2	2	1
cyc	1	-2	0	0	0	1
liber	1	-3	0	0	0	2
veloc	1	-3	0	1	0	2

Valores Iniciales



Tiempo

Escala de Votación y su Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

500

Corrida del Modelo

Cancelar

Imprimir

Borrar

#### 4.5.2.1 ¿AUMENTAR LOS IMPUESTOS AL AUTOMÓVIL PARA DISMINUIR SU USO?

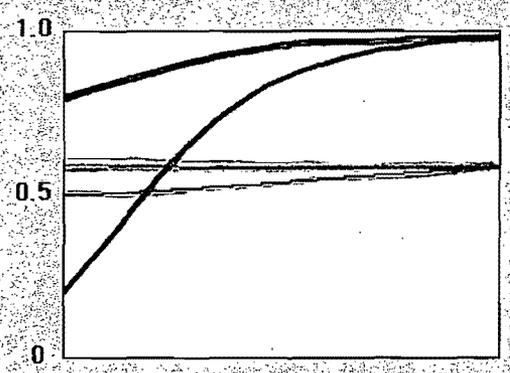
En la próxima corrida se ha hecho una perturbación externa extrema, suponiendo que el mundo externo incrementó el costo del carro notoriamente, en lugar de reducirlo al paso del tiempo como antes. Se irá a un extremo, haciendo MUNDO EXTERNO : COSTO = +9, en vez de -1. Como vemos en la gráfica, COSTO en lugar de disminuir aumentó rápidamente al máximo. Sin embargo USO todavía aumenta hasta la saturación. También se nota que CyC y LIBERTAD todavía declinan. VELOCIDAD ahora aumenta lenta pero significativamente. Esto es debido a una disminución de la congestión.

Incremento de Tiempo para cada Iteración	<input type="text" value=".001"/>	Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación	<input type="text" value="5"/>
Número de Alternativas de Decisión		<input type="text" value="5"/>	
← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →			
<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>	<input type="button" value="Borrar"/>	

Introducir el Nombre de la Decisión 1	<input type="text" value="costo"/>	Introducir el Nombre de la Decisión 2	<input type="text" value="uso"/>	Introducir el Nombre de la Decisión 3	<input type="text" value="cyc"/>
Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="liber"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="veloc"/>	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text" value="mundo"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value=".2"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value=".8"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value=".6"/>
← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →		← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →		← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →	
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="6"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="5"/>		
← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →		← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> →			
<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>	<input type="button" value="Borrar"/>			

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a ?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	costo	uso	cyc	liber	veloc	mundo
costo	0	-2	2	1	1	9
uso	2	1	2	2	2	1
cyc	1	-2	0	0	0	1
liber	1	-3	0	0	0	2
veloc	1	-3	0	1	0	2

Valores  
Iniciales



Tiempo

Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

#### 4.5.2.2 ¿CÓMO DETENER LA CONSTRUCCIÓN DE AUTOPISTAS?

Para la siguiente corrida se han restablecido los valores originales en la matriz de interacción y se han hecho los siguientes cambios : La intervención del mundo externo sobre LIBERTAD y VELOCIDAD en lugar de ser doblemente positiva será doblemente negativa.

Esto corresponde a la estrategia de desviar recursos de la construcción de autopistas a la construcción de tránsito rápido. Como se ve en la gráfica LIBERTAD y VELOCIDAD declinan más rápidamente así como el confort, sin embargo ,a pesar de estas inhibiciones USO continua aumentando hasta su valor de saturación.

Incremento de Tiempo para cada Iteración

.001

Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación

5

Número de Alternativas de Decisión

5



Aceptar

Cancelar

Borrar

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1

costo

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2

uso

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3

cyc

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4

liber

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5

veloc

Nombre del Impacto Externo (Opcional)

mun

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1

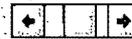
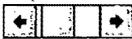
.2

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2

.8

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3

.6

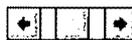
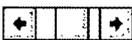


Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4

.6

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5

.5



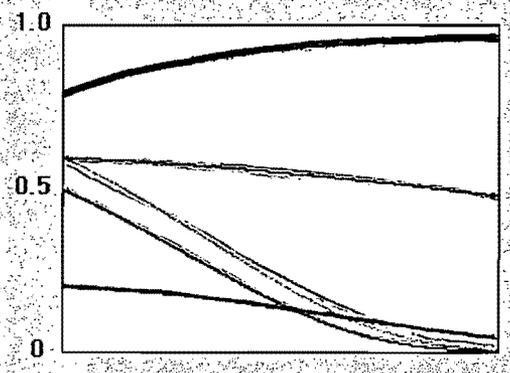
Aceptar

Cancelar

Borrar

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a:?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	costo	uso	cyc	liber	veloc	mundo
costo	0	-2	2	1	1	-1
uso	2	1	2	2	2	1
cyc	1	-2	0	0	0	1
liber	1	-3	0	0	0	-2
veloc	1	-3	0	1	0	-2

Valores  
Iniciales



Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

Tiempo

#### 4.5.2.3 ¿DESVIAR RECURSOS?

Ahora se considera una estrategia diferente, intentando usar retroalimentación negativa. En otras palabras haciendo que el costo del auto tienda a subsidiar a su opuesto, el transporte público.

Esto es logrado por la siguiente manera: anteriormente el impacto del costo sobre la libertad y la velocidad había sido positivo, en otras palabras, el usuario puede comprar más libertad y velocidad gastando más dinero. Ahora se revierte la situación y se le aplica un impuesto proporcional a LIBERTAD y VELOCIDAD, desviando de esta manera recursos para mejorar el tránsito rápido. Haciendo los cambios indicados tenemos las siguientes gráficas.

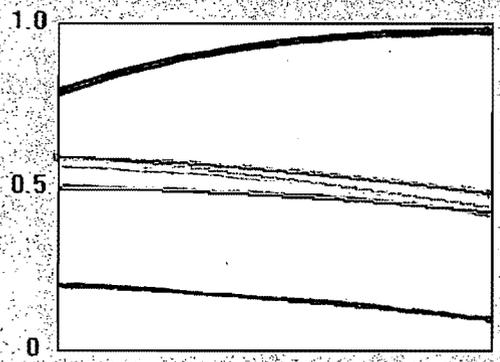
Como podemos ver, CyC y LIBERTAD disminuyen pero USO continúa en aumento. El problema es que la retroalimentación negativa es ligada a una variable que en sí misma es más pequeña, que es el costo. En la medida que el automóvil ocupa únicamente el diez o veinte por ciento del presupuesto total del usuario, el incremento del costo del automóvil será absorbido por otras estrategias que disminuyen USO. Por ejemplo el usuario puede ser forzado a manejar un auto de una marca más económica de la que estaba acostumbrado, pero continuará manejando.

Incremento de Tiempo para cada Iteración	<input type="text" value=".001"/>	Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación	<input type="text" value=".5"/>		
Número de Alternativas de Decisión		<input type="text" value="5"/>			
<input type="text" value="◀       ▶"/>					
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Borrar"/>	

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value="costo"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value="uso"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value="cyc"/>
Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="liber"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="veloc"/>	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text" value="mundo"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value="2"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value="8"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value="6"/>
<input type="text" value="◀       ▶"/>		<input type="text" value="◀       ▶"/>		<input type="text" value="◀       ▶"/>	
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="6"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="5"/>		
<input type="text" value="◀       ▶"/>		<input type="text" value="◀       ▶"/>			
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Borrar"/>	

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	costo	uso	cyc	liber	veloc	mundo
costo	0	-2	2	1	1	-1
uso	2	1	2	2	2	1
cyc	1	-2	0	0	0	1
liber	-1	-3	0	0	0	2
veloc	-1	-3	0	1	0	2

Valores  
Iniciales



Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

Tiempo

#### 4.5.2.4 ¿ALGUNA ESPERANZA?

Habiéndose considerado un cierto número de intervenciones en el modelo ,las cuales todas implican la dominación del automóvil podemos preguntarnos si el modelo puede darnos otra respuesta.La respuesta es si ,pero únicamente si las perturbaciones en el sistema son extremadamente fuertes y poderosas o de una magnitud probablemente más fuerte de la que la ciudadanía esté dispuesta a soportar

En la Matriz de Interacciones los impactos USO : LIBERTAD = -3 y USO : VELOCIDAD = -3

(congestión) sirven para inhibir el uso del auto ,lo que parece ser una paradoja,pero es un típico ejemplo de la conducta anómala de los sistemas complejos ,es que *casi todo lo que nosotros hagamos para disminuir USO hará USO más atractivo porque disminuye la congestión.*

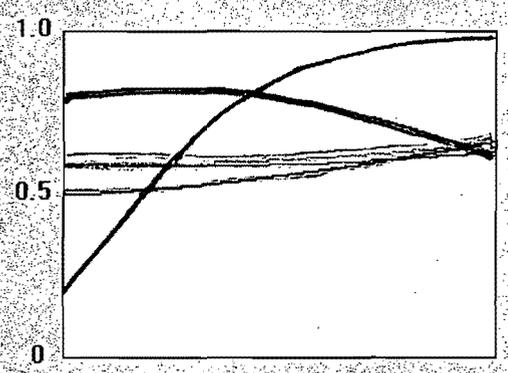
Una estrategia que trabajará es que el mundo externo aumente fuertemente el costo del automóvil (MUNDO EXTERNO : COSTO = +9) y al mismo tiempo desviar ese costo para inhibir el uso del auto (COSTO : USO = -9).Si esto es hecho ,COSTO aumentará rápidamente como se ve en la gráfica y USO empezará a declinar lenta pero uniformemente.Note-se sin embargo ,que con la declinación de USO ,CyC y VELOCIDAD aumentan.

Incremento de Tiempo para cada Iteración	<input type="text" value=".001"/>	Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación	<input type="text" value=".5"/>
Número de Alternativas de Decisión		<input type="text" value="5"/>	
<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>			
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>	
<input type="button" value="Borrar"/>			

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value="costo"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value="uso"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value="cyc"/>
Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="liber"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="veloc"/>	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text" value="mundo"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value=".2"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value=".8"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value=".6"/>
<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>		<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>		<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>	
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value=".6"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value=".5"/>		
<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>		<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>			
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Borrar"/>	

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	costo	uso	cyc	liber	veloc	mundo
costo	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="9"/>
uso	<input type="text" value="-9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>
cyc	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="-2"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>
liber	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="-3"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>
veloc	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="-3"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>

Valores  
Iniciales



Tiempo

Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

▾

Número de  
Corridas  
del Modelo

#### 4.6 EL MODELO DE DETECCIÓN DE NECESIDADES DE ASISTENCIA MÉDICA

Este modelo debido a E. Mercado es importante debido a que aborda problemas a los que se tienen que enfrentar los que planeen los servicios de salud de la población ,las variables claves ,suponiendo que ya se hizo un estudio para identificarlas ,son las siguientes :

1. ISAM : Integración de los Servicios de Atención Médica.
2. PMP : Preparación de Médicos Prácticos.
3. LIBRO : Creación de un "Libro de la Salud" escrito por especialistas en cada rama de la Medicina.Libro en el cual se mencionen la prevención ,diagnóstico y tratamiento de los padecimientos más frecuentes en la vida de una persona.
4. ITM : Implantación de Tecnología moderna : uso de computadoras ,atención médica remota por teléfono ,televisión ,Internet ,etc.
5. SALUD : Salud de la población.

Como en el anterior caso ,también tomaremos en cuenta la influencia del mundo externo sobre el modelo ,la continuación presentamos la matriz de interacciones del modelo.

##### Matriz de Interacciones del Modelo de Detección de Necesidades de Atención Médica

Si ocurre ¿Cómo afecta a? :	ISAM	PMP	LIBRO	ITM	SALUD	MUNDO EXTERNO
ISAM	5	4	0	0	2	0
PMP	4	4	-3	2	2	0
LIBRO	0	-3	-4	0	-3	0
ITM	5	3	-2	4	4	0
SALUD	5	4	-3	4	5	0

Como valores iniciales se eligieron los siguientes :

Alternativa de Decisión	Color
ISAM = 0.65	Negro
PMP = 0.1	Rojo
LIBRO = 0.1	Verde
ITM = 0.2	Amarillo
SALUD = 0.5	Azul

Las gráficas siguientes muestran la evolución del sistema cuando los factores externos son nulos.

La variable ISAM tiende lentamente a la unidad ,por lo que se logrará la integración de los Servicios de Atención Médica aunque de manera lenta.

La curva PMP crece con rapidez hacia 1 ,lo cual muestra que la formación de médicos tendrá fuerte impulso.

Las variables ITM y SALUD también tienden a 1 con lo cual tendrán la misma interpretación que la anterior,

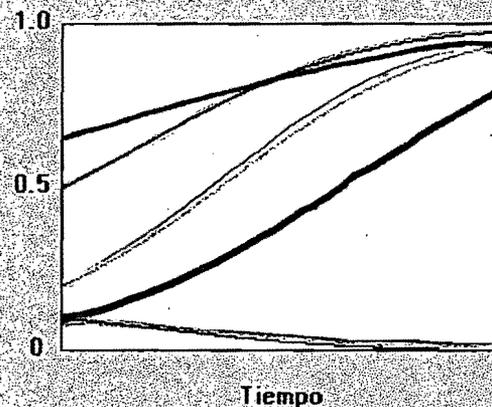
La variable LIBRO la cual representa la capacitación de la población tiende a cero,por lo que los esfuerzos realizados en ese renglón no fructificarán.

Incremento de Tiempo para cada Iteración	<input type="text" value="001"/>	Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación	<input type="text" value="3"/>
		Número de Alternativas de Decisión	<input type="text" value="5"/>
			<input type="text" value="←     →"/>
	<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>	<input type="button" value="Borrar"/>

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value="isam"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value="pmp"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value="libro"/>
Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="itm"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="salud"/>	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text" value="mundo"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value=".65"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value=".1"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value=".1"/>
	<input type="text" value="←     →"/>		<input type="text" value="←     →"/>		<input type="text" value="←     →"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value=".2"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value=".5"/>		
	<input type="text" value="←     →"/>		<input type="text" value="←     →"/>		
	<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Borrar"/>	

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a.?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	isam	pmp	libro	itm	salud	mundo
isam	5	4	0	0	2	0
pmp	4	4	-3	2	2	0
libro	0	-3	-4	0	-3	0
itm	5	3	-2	4	4	0
salud	5	4	-3	4	5	0

Valores  
Iniciales



Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

300

Corrida del Modelo

Cancelar

Imprimir

Borrar

La siguiente corrida muestra el perfil en el tiempo de las mismas variables  $x_i$ , pero ahora se ha modificado la matriz de impactos cambiando el tercer renglón a la forma :  $(0,-1,4,0,2)$ , con lo cual se impulsa o favorece la educación para la salud a toda la población, LIBRO y con los factores externos nulos. El factor relevante es que LIBRO no decrece a cero sino que tiende a crecer, reflejando una actitud de aprobación ante tal política.

Incremento de Tiempo para cada Iteración	<input type="text" value=".001"/>	Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación	<input type="text" value=".3"/>
Número de Alternativas de Decisión		<input type="text" value="5"/>	
◀       ▶			
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>	
<input type="button" value="Borrar"/>			

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value="isam"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value="pmp"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value="libro"/>
Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value="itm"/>	Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value="salud"/>	Nombre del Impacto Externo (Opcional)	<input type="text" value="mundo"/>
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1	<input type="text" value=".65"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2	<input type="text" value=".1"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3	<input type="text" value=".1"/>
◀       ▶		◀       ▶		◀       ▶	
Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4	<input type="text" value=".2"/>	Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5	<input type="text" value=".5"/>		
◀       ▶		◀       ▶			
<input type="button" value="Aceptar"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Borrar"/>	

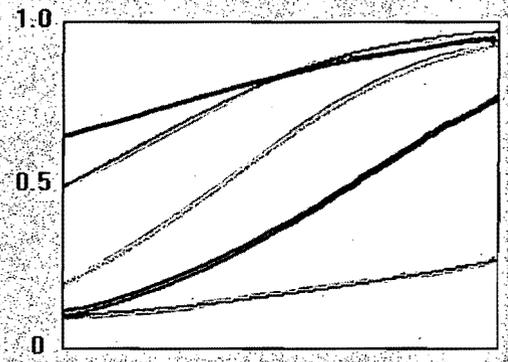
Si Ocorre  
¿Cómo Afecta a :?

**Matriz de Impactos Cruzados**

Impacto Externo (Opcional)

Valores Iniciales

	isam	pmp	libro	itm	salud	mundo
isam	5	4	0	0	2	0
pmp	4	4	-3	2	2	0
libro	0	-1	4	0	2	0
itm	5	3	-2	4	4	0
salud	5	4	-3	4	5	0



Escala de Votación y su Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de Corridas del Modelo

Finalmente las siguientes gráficas muestran como impulsa la influencia externa a las variables, haciendo  $u_1 = 5$  y  $u_i = 0$  para  $i = 2, \dots, 5$ . Se observa que, mientras que el resto de las variables permanece casi semejante a las de la primera gráfica, la variable ISAM, que es la que se impulsa directamente, crece en forma más acelerada.

Incremento de Tiempo para cada Iteración

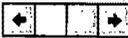
001

Intervalo de Tiempo de Corrida de la Simulación

3

Número de Alternativas de Decisión

5



Aceptar

Cancelar

Borrar

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 1

isam

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 2

pmp

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 3

libro

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 4

itm

Introducir el Nombre de la Alternativa de Decisión 5

salud

Nombre del Impacto Externo (Opcional)

mundo

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 1

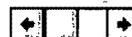
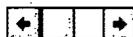
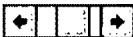
.65

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 2

.1

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 3

.1

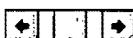


Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 4

.2

Valor Inicial de la Alternativa de Decisión 5

.5



Aceptar

Cancelar

Borrar

Si Ocurre ¿Cómo Afecta a ?	Matriz de Impactos Cruzados					Impacto Externo (Opcional)
	isam	pmp	libro	itm	salud	mundo
isam	5	4	0	0	2	5
pmp	4	4	-3	2	2	0
libro	0	-3	-4	0	-3	0
itm	5	3	-2	4	4	0
salud	5	4	-3	4	5	0

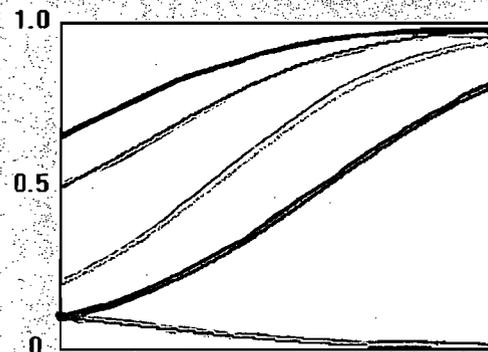
Escala de Votación y su  
Descripción Subjetiva

0 Ningún Efecto

Número de  
Corridas  
del Modelo

300

Valores  
Iniciales



Tiempo

Corrida del Modelo

Cancelar

Imprimir

Borrar

## CONCLUSIONES

Como se ha visto en este trabajo, KSIM para Windows V. 1.0 tiene muchas ventajas sobre sus antecesores entre las cuales podemos mencionar las siguientes :

- Un diseño orientado al usuario.
- Facilidad y flexibilidad en la introducción de los datos.
- Instalación sencilla.
- Corre en la plataforma más utilizada en el mundo.

Los modelos informáticos cada vez juegan un papel más importante en la actualidad, permitiendo "aprender haciendo" mientras se abordan importantes cuestiones sistémicas, también, debido a que "comprimen el tiempo y el espacio", nos permiten ver las consecuencias de nuestras acciones sin importar que estas se ubiquen en el futuro, ver Senge (1992).

Este rasgo es muy importante ya que las organizaciones que "aprenden" necesitarán cada vez más, modelos informáticos que guíen su acción futura, sobre todo en nuestro país, en donde la carencia de herramientas de este tipo que apoyen el quehacer prospectivo y sistémico, es grande.

Este modelo de simulación enfatiza el hecho de que la estructura del sistema (la naturaleza de sus interacciones) es más importante que el estado del sistema. Las intervenciones en sistemas complejos a menudo conducen a resultados que son enteramente diferentes de las expectativas iniciales.

Cualquier sistema complejo define una integridad en si mismo y opone una fuerte resistencia a cambios externos, un hecho bien entendido por los ecologistas, ya que cuando los sistemas complejos cambian, rara vez lo hacen de manera continua, más bien lo hacen repentinamente, obteniéndose una configuración enteramente nueva.

De acuerdo con Bright (1980) por lo menos cuatro beneficios podemos derivar del análisis de impacto cruzado :

### 1). Educación

Las personas involucradas deben pensar en relaciones complejas, lo cual es muy importante, ya que los sumerge en el aprendizaje de sistemas y les permite experimentar las consecuencias de sus ideas.

## **2). Comunicación**

Desde que los decisores están votando y discutiendo los resultados como un grupo ,se establece un proceso de comunicación, el cual contribuye a clarificar los modelos mentales subyacentes de los decisores.

## **3). Consenso Grupal**

Puesto que el grupo debe estar de acuerdo con las variables, los valores iniciales y las entradas de la matriz de impacto cruzado, se desarrolla un consenso en el grupo durante el proceso. Esto puede ser uno de los resultados más valorables del ejercicio de impacto cruzado.

## **4). Análisis de Políticas**

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, la habilidad para identificar variables clave y hacer análisis de sensibilidad sobre políticas y estrategias alternas , hacen del análisis de impacto cruzado una técnica de gran utilidad en el proceso de generar escenarios.

En este sentido modelos como el KSIM para Windows V. 1.0 pueden funcionar como una excelente herramienta de aprendizaje organizacional, por otra parte ,considerando que nos fuerza a estructurar la información y a pensar en las interacciones que se dan entre las alternativas de decisión , nos ayuda a generar nuevas asociaciones de ideas de manera análoga a lo que sucede con el análisis morfológico y la matriz DAFO.



## **ANEXO A : INSTALACIÓN DEL KSIM PARA WINDOWS V. 1.0.**

La instalación del programa es muy sencilla ,lo único que hay que hacer es correr el disco de instalación desde Windows ,ejecutar el archivo setup.exe y seguir las instrucciones de las pantallas de instalación.

Los requerimientos mínimos para correr este programa son :

- PC o compatible con procesador 486 con 4 MB en RAM.
- Resolución de 800 x 600 (SVGA) a 16 colores.
- Mouse Microsoft o compatible.
- Espacio en disco duro de 300 KB.
- Coprocesador matemático.
- Microsoft Windows 3.x o Windows 95.

Próximamente estará disponible una versión de KSIM en la cual introduciremos más alternativas de decisión y manejo de archivos entre otras cosas .Para mayores informes favor de contactarse con José Antonio Altamirano Corro en el Laboratorio de Ciencia Cognitiva del Centro de Neurobiología de la UNAM Campus - Juriquilla en Querétaro o al 91 (288) 2 09 53 en Cosamaloapan,Veracruz.

## ANEXO B : CORRIDA DEL KSIM2

A continuación se presentan las pantallas de entrada de datos y una corrida de simulación del programa KSIM2, el cual fue desarrollado por la compañía Dinámica Heurística S. C. como parte del Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental (SIRIA). Para ejemplificar se utilizó el modelo de detección de las necesidades de asistencia médica, con las mismas alternativas de decisión y valores iniciales.

Habiendo examinado el KSIM2 encontramos que sus ventajas sobre el KSIM para Windows v. 1.0 son :

- Posibilidad de manejo de archivos, con el consiguiente ahorro de tiempo al volverlos a utilizar.
- Mayor número de alternativas de decisión.

Por otro lado sus desventajas son :

- Es poco orientado al usuario
- La impresión no es de buena resolución.
- Es confuso en cuanto al uso del número de periodos.
- La resolución en pantalla es baja.
- No dispone de un disco de instalación.
- No considera los impactos externos al modelo.

Esta comparación es, tal vez, un poco injusta, ya que KSIM2 no es un programa independiente, sino parte de aplicación más amplia. El motivo por el cual se eligió, es debido a que, es uno de los pocos modelos de impacto cruzado que se han realizado en México para computadoras personales.

D I N A M I C A   H E U R I S T I C A   S . C .

K S I M ( Modelo de Impactos Cruzados )

[RET]

K S I M

- A) Capturar Datos de ARCHIVO
- B) Capturar Datos INTERACTIVAMENTE (Alfa)
- C) MODIFICACIONES
- D) GRABAR Datos Actuales en ARCHIVO
- E) DESPLEGAR Datos
- F) CORRER Modelo
- G) IMPRESION de Datos
  
- T) Terminar

Opcion -->

Matriz N (Renglones) X M (Columnas)

Valor de N = 5

Valor de M = 5

Nombre de las Variables : "[RET] para no Modificar"

- 1 ISAM
- 2 PMP
- 3 LIBRO
- 4 ITM
- 5 SALUD

Valores iniciales : "[RET] para no Modificar"

1 ISAM = 0.65  
2 PMP = 0.1  
3 LIBRO = 0.1  
4 ITM = 0.2  
5 SALUD = 0.5

Nombre del Modelo :

--> ASISTENCIA

Desplegado de Elementos de la Matriz

Numero de Decimales = 0

K S I M  
ASISTENCIA  
Matriz ALFA

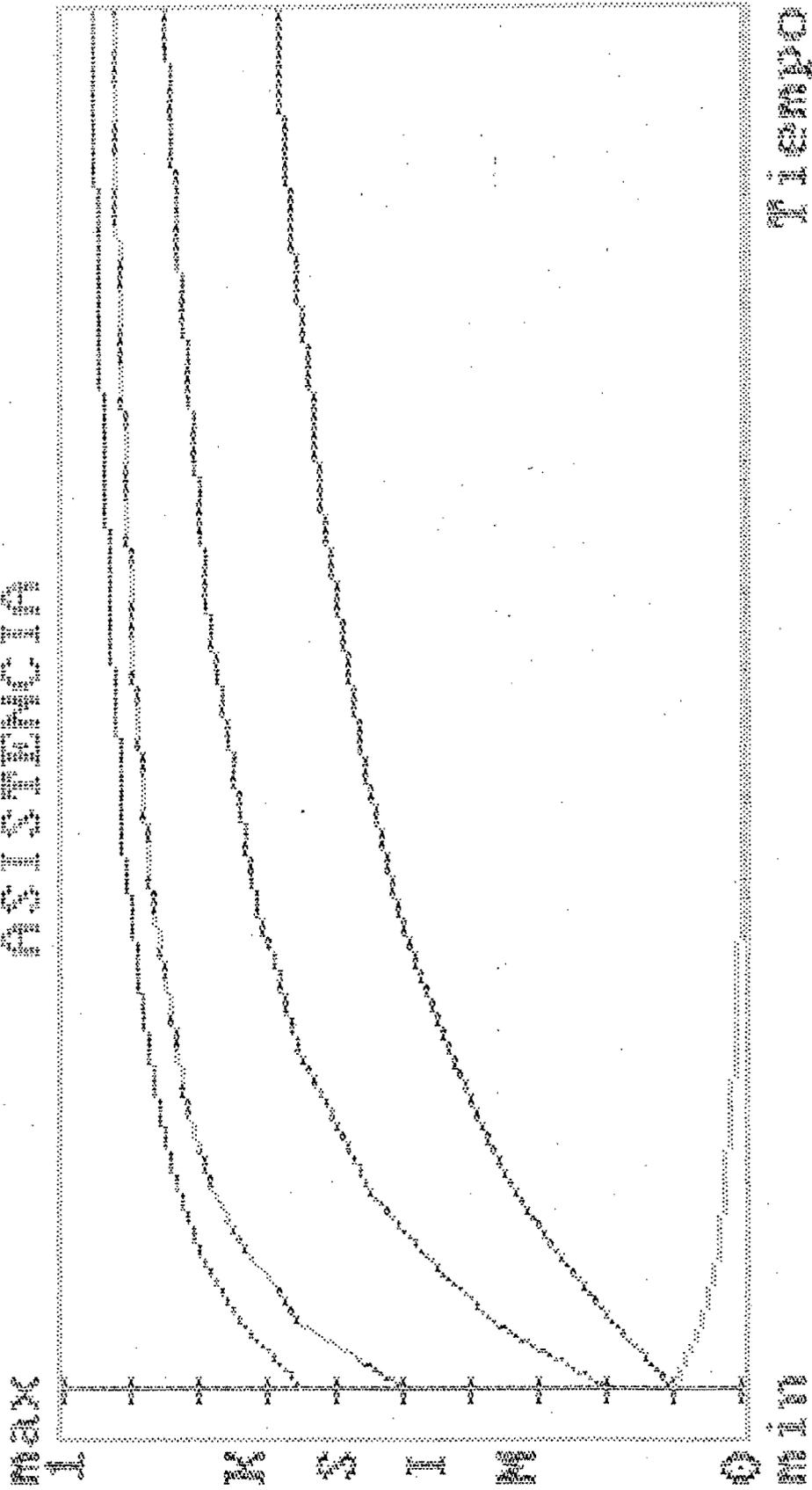
5	4	0	0	2
4	4	-3	2	2
0	-3	-4	0	-3
5	3	-2	4	4
5	4	-3	4	5

1 1 ISAM ISAM

[ 1 Campo ] [ 1 Campo ] [ 1 Campo ]

Numero De Periodos --> 2

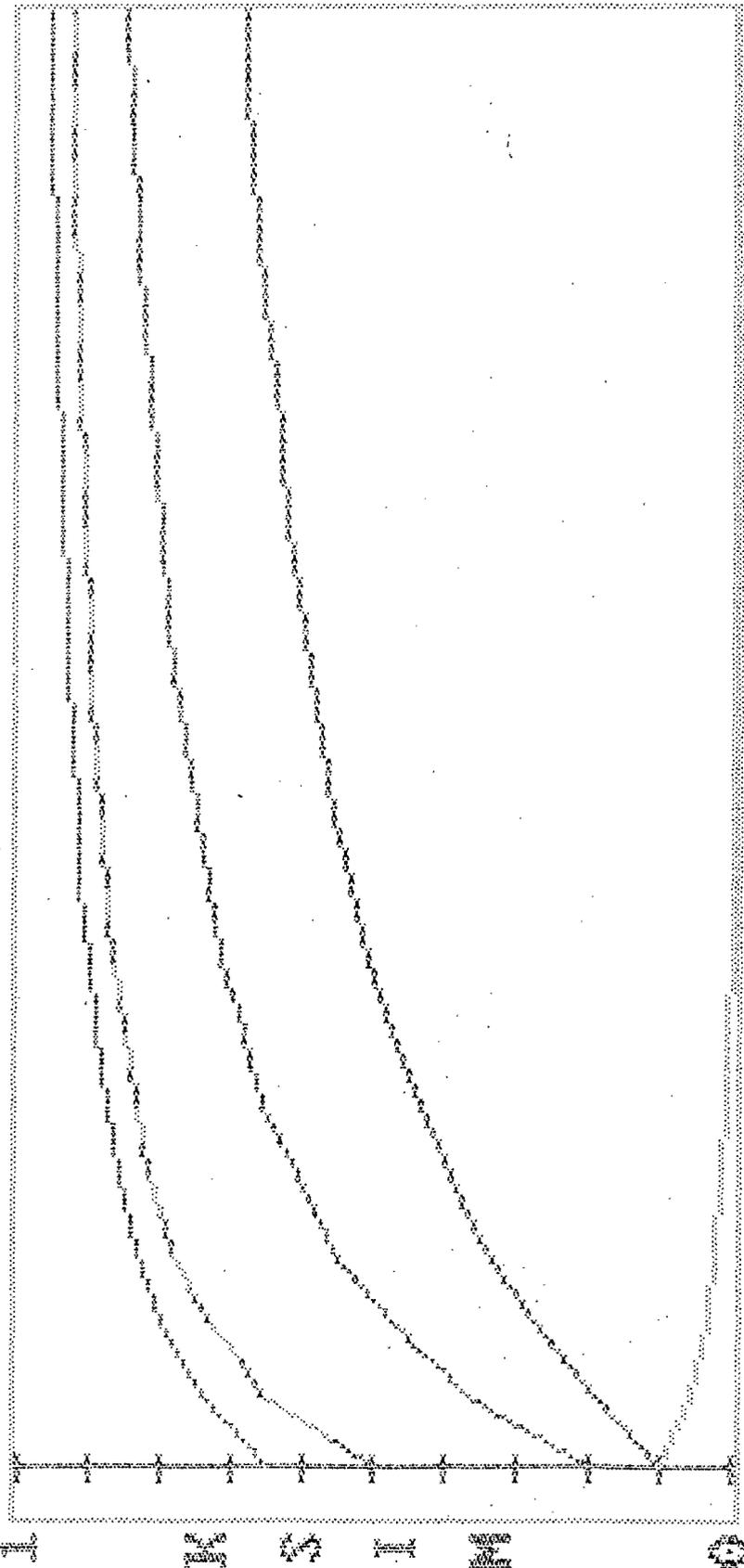
# ASISTENCIA



I 39M — LIBRO  
I 7M — SALUD

# ASISTENCIA

Max



0 Min

Tiempo

Opciones

- a) Calcular valores en  $t=X$
- b) Poner Cuadrícula (Periodos)
- c) Numero de Periodos
- s) Salir
- Opcion ----->

## ANEXO C : ALGORITMO DEL MODELO IMPACTO CRUZADO KSIM

La forma en que se creó esta aplicación fue muy sencilla en lo que concierne a la parte del cálculo ,ya que lo único que se tiene que realizar son iteraciones entre las ecuaciones II y III del capítulo 2.2 de manera alternada, como se vera a continuación, tomando en consideración ciertas indicaciones de E. Mercado (1991) :

Dadas las siguientes alternativas de decisión o variables  $x_i(t), \dots, x_n(t)$  y tomando en cuenta los valores iniciales en el tiempo  $t_0$  , se quiere obtener la evolución del sistema dinámico hasta el valor  $t_f$ , esto es :

$$(x_i(t_0), \dots, x_n(t_0)) , (x_i(t_0 + \Delta t), \dots, x_n(t_0 + \Delta t)) , (x_i(t_0 + 2\Delta t), \dots, x_n(t_0 + 2\Delta t)) , \dots , (x_i(t_f), \dots, x_n(t_f))$$

Como se ve , las variables  $x_i(t_0 + \Delta t), \dots, x_n(t_0 + \Delta t)$  dependen de los valores de  $P_1(t_0), \dots, P_n(t_0)$  , entonces :

$$x_i(t_0 + \Delta t) = x_i(t_0)^{P_1(t_0)} \text{ hasta } x_n(t_0 + \Delta t) = x_n(t_0)^{P_n(t_0)}$$

Por lo que el algoritmo sería el siguiente :

- a). Dar los valores iniciales  $x_i(t_0), \dots, x_n(t_0)$ .
- b). Evaluar  $P_1(t_0), \dots, P_n(t_0)$  ,usando los datos del paso (a) y sustituirlos en la ecuación III.
- c). Con los valores de  $P_1$  y  $P_n$  obtenidos en el paso (b) , obtener  $x_i(t_0 + \Delta t), \dots, x_n(t_0 + \Delta t)$  usando la ecuación II.
- d). Evaluar  $P_1(t_0 + \Delta t), \dots, P_n(t_0 + \Delta t)$  usando  $x_i(t_0 + \Delta t), \dots, x_n(t_0 + \Delta t)$  en la ecuación III.
- e). Calcular  $x_i(t_0 + 2\Delta t), \dots, x_n(t_0 + 2\Delta t)$  usando  $P_1(t_0 + \Delta t), \dots, P_n(t_0 + \Delta t)$  en la ecuación II., etc.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- Alvarez C., Fco J., *Apuntes de Dinámica de Sistemas - Modelos de Simulación usando Dynamo*, México, (1990).
- Aracil, Javier, *Máquinas, Sistemas y Modelos - Un Ensayo sobre Sistemica*, Tecnos, España, (1986).
- Aracil, Javier, *Introducción a la Dinámica de Sistemas*, Alianza Universidad Textos, España, (1992).
- Barbieri M., Eleonora, *La Previsión Humana y Social*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra y Fondo de Cultura Económica, México, (1993).
- Barney, G.O. y Alonso C., A., *Estudios del Siglo 21-Foro México 2010*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra A.C., Edit. Limusa, México, (1988).
- Bright, J., *Practical Technology Forecasting*, Technology Futures Inc., U.S.A., (1980).
- Brown, Kenyon, *Introducción a la Programación de Visual Basic*, Grupo Noriega Editores, México, (1992).
- Cornell, Gary, *Manual de Visual Basic 3 para Windows*, Mc Graw-Hill, España, (1994).
- Checkland, Peter, *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester England, (1981).
- Decouflé, André-Clement, *La Prospectiva*, Oikos-Tau, España, (1974).
- Dror, Yehezkel, *Enfrentando el Futuro*, Fondo de Cultura Económica, México, (1993).
- Flood, R.L. and Jackson, M.C., *Creative Problem Solving: Total Systems Intervention*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester England, (1991).
- Forrester, Jay M., *Principles of Systems*, M.I.T., U.S.A. (1969).
- Frontana de la Cruz, B. y Uribe M., Norma E., *Prospectiva de las Necesidades de la Transportación Interregional de Pasajeros*, Instituto de Ingeniería - UNAM, (1985).
- Godet, Michel, *From Anticipation to Action - A Handbook of Strategic Prospective*, O.N.U., (1993).
- Gordon, Geoffrey, *Simulación de Sistemas*, Edit. Diana, 5a. impresión, México, (1989).
- Helmer, Olaf, *Looking Forward - A Guide to Futures Research*, Sage Publications, Inc., U.S.A., (1983).
- Hodara, Joseph, *Los Estudios del Futuro : Problemas y Métodos*, Instituto de Banca y Finanzas, A.C., México, (1984).
- Hodara, J. y Restrepo, I., *¿Tiene Limites el Crecimiento? - Una Visión Latinoamericana*, Edit. El Manual Moderno, México (1977).
- Jantsch, E., *Pronósticos del Futuro*, Alianza Editorial, (1967).
- Linstone, H. and Turoff, M. (Eds.), *The Delphi Method : Techniques and Applications*, Addison-Wesley, U.S.A., (1979).
- Makridakis, Spyros G., *Pronósticos - Estrategia y Planificación para el Siglo XXI*, Díaz de Santos, S.A., España, (1993).
- Makridakis, S., Wheelwright, S. and McGee, V., *Forecasting: Methods and Applications*, John Wiley and Sons, U.S.A., (1983).

- Martínez, Silvio y Requena, Alberto, *Dinámica de Sistemas 1 - Simulación por Ordenador*, Alianza Editorial, España, (1986).
- Martínez, Silvio y Requena, Alberto, *Dinámica de Sistemas 2 - Modelos*, Alianza Editorial, España, (1986).
- Martner, G. y Köppen, E., *Prospectiva y Futurología en América Latina*, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades - U.N.A.M., México, (1989).
- Meadows, D.H. and Robinson, J.M., *The Electronic Oracle - Computer Models and Social Decisions*, Wiley, Great Britain, (1985).
- Mercado R., Ernesto, *Técnicas para la Toma de Decisiones*, Edit. Limusa, México, (1991).
- Microsoft, *Visual Basic 3.0 - Language Reference*, U.S.A., (1993).
- Microsoft, *Visual Basic 3.0 - Programmer's Guide*, U.S.A., (1993).
- Miklos, T. y Tello, M. Elena, *Planeación Prospectiva - Una Estrategia para el Diseño del Futuro*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra A.C., Edit. Limusa, México, (1991).
- Mojica S., Francisco, *La Prospectiva - Técnicas para Visualizar el Futuro*, Legis Editores, Colombia, (1991).
- Nelson, Ross, *Guía Completa de Visual Basic para Windows - Versión 3*, Mc Graw-Hill, España, (1994).
- Popcorn, Faith, *Lo que vendrá - El informe Popcorn. Un mapa de los nuevos tiempos en la sociedad y los negocios*, Granica - Vergara, Argentina (1993).
- Sachs, Wladimir, *Diseño de un Futuro para el Futuro*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra, México, (1980).
- Senge M., Peter, *La Quinta Disciplina*, Granica - Vergara Editores, Argentina, (1992).
- Senge, P.; Ross, R.; Smith, B.; Roberts, Ch. y Kleiner, A., *La Quinta Disciplina en la Práctica*, Ediciones Granica S. A., España (1995).
- Solomon, E.; Marstrand, P. y Page, W., *El Arte de la Anticipación*, Editorial Troquel, Argentina, (1978).
- Tugwell, Franklin, *Search for Alternatives: Public Policy and the Study of the Future*, Winthrop Publishers Inc., U.S.A., (1973).
- Toffler, A., *El Shock del Futuro*, Plaza & Janes Editores S.A., España, (1993).

## ARTÍCULOS Y CUADERNOS

- Alter, S., *The Evaluation of Generic Cross-Impact Models*, Futures, April, 132-150 (1979).
- Bloom, M., *Time-Dependent Event Cross-Impact Analysis: Results from a New Model*, Technol. Forecast. Soc. Change **10**, 181-201 (1977).
- Bloom, M., *Deterministic Trend Cross Impact Forecasting*, Technol. Forecast. Soc. Change **8**, 35-74 (1975).
- Bluet, J.C. et Zemor, J., *Prospective Géographique: Méthode et Direction de Recherches*, Metra, Vol. IX No. 1 (1970)

- Burns, J. and Marcy, W., *Casuality: its Characterization in System Dynamics and KSIM Models of Socio-Economics Systems*, Technol. Forecast. Soc. Change **14**, 387-398 (1979).
- Castañeda O., P., *El Laberinto de las Técnicas de Planificación: ¿Cuál utilizar?*, Alta Dirección **24** (137), ene-feb, 89-100 (1988).
- Castilla, A., *Construcción de Escenarios mediante integración de Técnicas de Prospectiva: Delphi, Impactos Cruzados y Modelización en Ordenador*, Alta Dirección **24** (137), ene-feb, 71-86 (1988).
- Dalkey, N., *An Elementary Cross-Impact Model*, Technol. Forecast. Soc. Change **3**, 341-351 (1972).
- De Hoghton, Charles; Page, Williams and Streatfeild, Guy, ... *And Now the Future - A PEP Survey of Futures Studies*, Volume XXXVII August, London, (1971).
- De Seynes, P., *La Controversia sobre los Futuros en las Naciones Unidas*, Revista de la CEPAL, Primer Semestre (1977).
- Duperrin, J.C. and Godet, M., *SMIC 74 - A Method for Constructing and Ranking Scenarios*, Futures **7**(4), 302-312 (1975).
- Evered, R., *A Typology of Explicative Models*, Technol. Forecast. Soc. Change **9**, 259-277 (1976).
- Fontela, E. and Gabus, A., *Events and Economic Forecasting Models*, Futures, August, 329-333 (1974).
- Godet, M., *SMIC 74 - A Reply from the Authors*, Futures **8**(4), 336-340 (1976).
- Godet, M., *Scenarios of Air Transport Development to 1990 by SMIC 74 - A New Cross-Impact Method*, Technol. Forecast. Soc. Change **9**, 279-288 (1976).
- Godet, M., *Introduction to La Prospective*, Futures, April, 134-157 (1985).
- Gordon, T. and Stover, J., *Using Perceptions and Data about the Future to Improve The Simulation of Complex Systems*, Technol. Forecast. Soc. Change **9**, 191-211 (1976).
- Gur, Y., *An Extension of Structural Modeling*, Technol. Forecast. Soc. Change **14**, 399-408 (1979).
- Helmer, O., *Cross-Impact Gaming*, Futures, June, 149-167 (1972).
- Helmer, O., *Problems in Futures Research-Delphi and Causal Cross-Impact Analisis*, Futures, February, 17-31 (1977).
- Helmer, O., *Reassessment of Cross-Impact Analisis*, Futures, October, 389-400 (1981).
- Kane, J., *A Primer for a New Cross-Impact Language KSIM*, Technol. Forecast. Soc. Change, **4**(2), 129-142 (1972).
- Kane, J.; Thompson, W., and Vertinsky, I., *Health Care Delivery: A Policy Simulator*, Socio-Econ. Plan. Sci. **6**, 283-293 (1972).
- Kane, J.; Vertinsky, I. and Thompson, W., *KSIM: A Methodology for Interactive Resource Policy Simulation*, Water Resources Research, **9**(1), 65-79 (1973).
- Kaya, Y.; Ishikawa, M. and Mori, S., *A Revised Cross-Impact Method and its Applications to the Forecast of Urban Transportation*, Technol. Forecast. Soc. Change **14**, 243-257 (1979).
- Kelly, P., *Further Comments on Cross-Impact Analisis*, Futures, **8**(4), 341-345 (1976).
- Kornbluh, M. and Little, D., *The Nature of a Computer Simulation Model*, Technol. Forecast. Soc. Change **9**, 3-26 (1976).

- Lara R.,F. y Sachs,W.,*Modelación del Ambiente mediante un Sistema de Modelos*,Cuadernos Prospectivos No. 4-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1977).
- Lara R.,F.,*Un Sistema de Modelos para la Prospectiva de México-Un EnsayoIntroductorio*, Cuadernos Prospectivos No. 7-B,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1977).
- Lara R.,F.,*La Técnica TKJ de Planeación Participativa-Un Ensayo Introductorio*,Cuadernos Prospectivos No. 6-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1977).
- Lipinsky,H. and Tydeman,J.,*Cross-Impact Analysis-Extended KSIM*,Futures, April,151-154 (1979).
- Ludlow W.,J.,*Metodologías de Impacto Cruzado Aplicado a la Generación de Escenarios*,Análisis Económico,5(8),7-28,México,(1986).
- Luengas,P.;Mercado,E.;Montoya,M. y Muñoz,B.,*Utilidad de un Modelo de Impacto Cruzado para Detectar Necesidades de Atención Médica* ,Rev.Mex.Ing.Biomédica 2(2),3-10 (1979).
- Mercado,E.,*Hacia una Planeación Prospectiva de los Servicios de Atención Médica en México*, Cuadernos Prospectivos No.14-B,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1978).
- Mc Lean,M. and Sheperd,P.,*The Importance of Model Structure*,Futures,8(1),40-51 (1976).
- Mc Lean,M.,*Does Cross-Impact Analysis Have Future?*,Futures,8(4),345-349 (1976).
- Mohapatra,P. and Vizayakumar,K.,*Revisiting Causality in System Dynamics and KSIM Models*, Technol.Forecast.Soc.Change 36,363-387 (1989).
- Ramírez,Fco.J.,*La Técnica Delfos*,Cuaderno Prospectivo No. 5-A,Fundación Javier Barros Sierra, México,(1977).
- Rivera,E.,*La Simulación en la Prospectiva*,Cuaderno Prospectivo No. 14-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1978).
- Rivera,E.,*Estrategias Metodológicas para Modelos de Simulación en Prospectiva*,Cuadernos Prospectivos No. 21-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1978).
- Roberts,E.,*On Modeling*,Technol.Forecast.Soc.Change 9 ,231-238, (1976).
- Sachs,W.,*Reflexiones sobre el Método Matemático y los Estudios del Futuro*,Cuadernos Prospectivos No. 12-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1977).
- Sachs,W.,*Nota sobre los Modelos de Evaluación de Procedimientos Prospectivos*,Cuadernos Prospectivos No. 2-A,Fundación Javier Barros Sierra,México,(1978).
- Sackman ,H.,*A Sceptic at the Oracle*,Futures,October,444-446 (1976).
- Sanchez G.,G.,*Un Marco Teórico para la Evaluación*,Cuadernos de Planeación y Sistemas No. 8, Departamento de Ingeniería de Sistemas,DEPFI-UNAM (1989).
- Sanchez G.,G.,*Técnicas para el Análisis de Sistemas - Parte I*,Cuadernos de Planeación y Sistemas No. 9,Departamento de Ingeniería de Sistemas,DEPFI-UNAM (1991).
- Sarin,R.,*A Sequential Approach to Cross-Impact Analysis*,Futures,February,53-62 (1978).
- Turban,E.,*A Sample Survey of Operations Research Activities at the Corporate Level* ,Operations Research,20,708-721 (1972).
- Turoff,M.,*An Alternative Approach to Cross-Impact Analysis*,Technol.Forecast.Soc.Change 3 (1972).

- Wakeland, W., *QSIM2: A Low-Budget Heuristic Approach to Modeling and Forecasting*,  
Technol. Forecast. Soc. Change 9, 213-229 (1976).