

LA INFORMÁTICA, LA CONSTRUCCIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL: DEL PARADIGMA A LA SIMULACIÓN.

Jorge F. Navia E.¹

RESUMEN

Durante los últimos años ha surgido una nueva orientación de la investigación agropecuaria, como una alternativa viable que incorpora e integra los avances de la información, mediante el uso de modelos y otros.

El desarrollo de estas herramientas metodológicas permiten integrar las informaciones físico-biológicas y las socioeconómicas, teniendo como objetivo principal ofrecer alternativas para la toma de decisiones.

El desarrollo alcanzado por la inteligencia artificial y en particular el área de simulación, permitirá a los investigadores, extensionistas y productores la predicción y simulación de realidades, para tomar decisiones útiles y oportunas.

Palabras claves: información, simulación, investigación.

¹ PH.D. Profesor Asistente. Programa Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, pasto, Colombia.

ABSTRACT

During the past few years a new direction has arisen from the farming investigation, like a viable alternative that incorporate and Integra the advances of the information, by means of the use of models and others. The development of these methodologic tools allows to integrate the physical-biological information and the socioeconomics, being had as primary target to offer alternatives for the decision making. The development reached about the artificial intelligence and in individual the simulation area, will allow the investigators, extentions and producers the prediction and simulation of realities, to make useful and oportune decisions

Key words: information, simulation, investigation.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de los sistemas integra una serie de aportes filosóficos, de lo que se ha llamado teoría general de sistemas o pensamiento sistémico, y los aplica al tratamiento de complejidades con la ayuda de las matemáticas y de lenguajes y metodologías que reflejan su mayor potencialidad cuando se utilizan en entornos computacionales (Navia, 1994).

Modelamiento Matemático. Es fundamental al inicio de este artículo, presentar las definiciones de modelo mental y modelo formal junto a la importancia de estos últimos en la construcción de las realidades virtuales, útiles informáticos de gran valor en la dinámica de aprendizaje "artificial". La informática desarrolla y aplica variados enfoques, lenguajes y metodologías de modelamiento.

Modelo mental: Son todas aquellas nociones que un individuo puede tener sobre sus objetivos o intereses y sobre la red de causas y efectos de la realidad. Es decir, el modelo mental se corresponde con un punto de vista individual frente a la realidad (Andrade y otros, 1997).

Modelos formales: Es la explicación e interpretación de los fenómenos mediante postulados estructurados en un todo definido claramente y compatible por una comunidad. (Andrade y Sotaquira, 1997)

El modelamiento matemático es orientado por dos enfoques fundamentales. El enfoque Conductista que intenta describir y explicar el comportamiento en función de él mismo, y el enfoque Estructuralista, el cual asume una postura sistémica para describir y explicar el comportamiento de la realidad en función de la estructura de relaciones causales que conforman el sistema.

Existen diversos lenguajes y metodologías de enfoque Estructuralista (Mark, 1991), la que aquí se asume y que es coherente con los planteamientos hechos en todo este documento, es la dinámica de sistemas, lenguaje sistémico para asumir la realidad y metodología de modelamiento matemático que nos orienta la construcción de los modelos formales de simulación que fundamentan las realidades virtuales (Arze, 1991, Gutierrez, 1987, Sterman, 1994).

Modelamiento con Dinámica de Sistemas. La dinámica de sistemas orienta el proceso de construcción de un modelo matemático estructural de un fenómeno, y posibilita simular su comportamiento dinámico en el transcurrir del tiempo, o de otra variable independiente.

En general, el proceso de simulación proporciona el conjunto de valores de las variables en cada instante; esto es posible porque el modelo matemático y estructural involucra los elementos (variable y parámetros) fundamentales del fenómeno y las interacciones entre ellos. A su vez, las interacciones y las leyes que las rigen permiten determinar la variabilidad de cada variable en función de las demás; de los parámetros, del instante y de las condiciones iniciales; y, así, observar los efectos de la realimentación, base del comportamiento dinámico del fenómeno (Van Gigh, 1989; Pitrat, 1985; Sell, 1993). La dinámica de sistemas es una metodología que, inspirada en la teoría general de sistemas y en la teoría de los procesos de realimentación, la cibemética, guía mediante un conjunto de pasos bien definidos el proceso de construcción formal de modelos matemáticos. Este conjunto de pasos se resumen así:

En primer lugar se observan los modos de comportamiento del sistema real para tratar de identificar los elementos fundamentales del mismo; por ejemplo los síntomas de una perturbación.

En segundo lugar, se buscan las estructuras de realimentación que puedan producir el comportamiento observado. En tercer lugar, a partir de la estructura identificada, se construye el modelo matemático de comportamiento del sistema en forma idónea para ser tratado sobre un computador. En cuarto lugar, el modelo se emplea para simular, como en un laboratorio, el comportamiento dinámico implícito en la estructura identificada. En quinto lugar, la estructura se modifica hasta que sus componentes y el comportamiento resultante coincidan con el comportamiento observado en el sistema real. Por último, en sexto lugar, se modifican las decisiones que puedan ser introducidas en el modelo de simulación hasta encontrar decisiones aceptables y utilizables que den lugar a un comportamiento real mejorado.

Dos útiles son componentes fundamentales de la dinámica de sistemas, los diagramas causales, de los cuales ya se ha dado una idea al plantear la dinámica de aprendizaje, y los diagramas de Forrester o diagramas de flujos y niveles, los que corresponden a un modelo matemático basado en ecuaciones diferenciales lineales o no lineales.

Al hacer explícitas todas las ecuaciones que rigen las relaciones entre los diferentes elementos del diagrama de flujos-niveles, se obtiene un modelo matemático de simulación que, con la ayuda del computador, puede describir las trayectorias temporales de cada una de las variables.

Un ejemplo de uso de esta metodología se presenta en el apartado 3 de este documento, al modelar y simular el fenómeno del cáncer de mama.

Los elementos fundamentales de los diagramas de flujos-niveles se describen en la tabla 1:

Software de simulación con dinámica de sistemas. Los recursos computacionales duros, máquinas de cómputo, y los recursos blandos, software, hacen viable el proceso de modelamiento y simulación con dinámica de sistemas, destacando que en esta metodología el modelamiento utiliza la simulación como un soporte de modelamiento mismo, en la medida que orienta y permite validar los prototipos del modelo que se va construyendo.

Tabla 1. Simbología utilizada en Diagramas de Flujos-Niveles.

	Nube: Representa una fuente o pozo. Se interpreta como un nivel inagotable y que no tiene interés
	Nivel: Es la variable de estado; representa una acumulación de flujos
	Flujo: Es la variación de un nivel; representa un cambio en el estado del sistema
	Canal de Material: Es la transmisión de una magnitud física que se conserva
	Canal de Información: Es la transmisión de información que no se necesita conservar
	Variable Auxiliar: Cantidad con cierto significado para el modelador (que no siempre tiene un significado físico en el mundo real) y con un tiempo de respuesta instantáneo
	Parámetro: Es un elemento del modelo independiente del sistema o una constante propia del sistema que no varía durante una corrida de simulación
	Variable Exógena: Variable cuya evolución es independiente de las del resto del sistema. Representa una acción del medio sobre el sistema
	Retardo: Es un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o de material entre los elementos del sistema
	No-Linealidad: Representa una relación de no linealidad entre dos variables

Entre mayores sean las capacidades del recurso computacional y más los servicios que brinde el software, mejor el modelador se podrá dedicar al componente creativo que exige el modelamiento y que fundamentalmente se encuentra en la tarea de hacer explícitos o construir y reconstruir los modelos mentales (fase de conceptualización); y la tarea de formalización matemática.

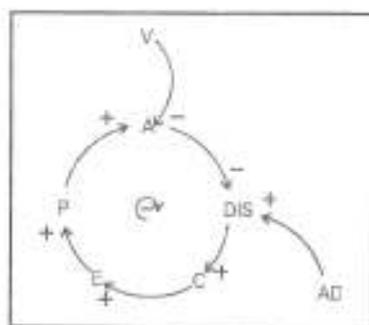
Modelamiento y simulación. Algunos modelos que ilustran la utilización de la dinámica de sistemas en el proceso de modelamiento y simulación se describen a continuación, con un ejemplo de Modelo relación empleados – inventario, en donde se presentan todas las etapas para la construcción de un modelo agropecuario.

1. Modelo Conceptual. Se trata de Representar las interacciones que se producen entre el empleo y el inventario en una empresa. Corresponde a un modelo de segundo orden que presenta oscilaciones. El número de bienes almacenados está determinado por la producción y las ventas. La producción está determinada por el número de empleados y la productividad.

El número de empleados está determinado por la contratación o despidos de éstos. El criterio de contratación de la empresa está basado en suponer que se pretende ajustar el nivel de bienes en el almacén a un cierto valor deseado. Se considera que el número de empleados no está limitado por la planta física de la empresa, por disponibilidad de recursos, presupuesto, etc. Es decir, no existe un máximo para el número de empleados. El fenómeno está inicialmente en equilibrio, es decir, la producción es igual a las ventas, y el inventario de bienes es justamente el deseado. Se supone además que en un tiempo inicial las ventas aumentan instantáneamente a un nuevo valor. Al ocurrir este incremento se produce un desequilibrio entre ventas y producción lo cual conlleva a un comportamiento oscilatorio.

2. Diagrama de Influencias. En este diagrama se presentan las relaciones causa, efecto y su efecto directo o negativo (figura.1).

Figura 1. Diagrama Causal Modelo Almacén - Empleado



Bucle A - DIS - C - E - P - A: Es un bucle de realimentación negativa. Al existir una discrepancia mayor entre el almacén existente y el deseado, aumenta la contratación, lo que determina un incremento en el número de

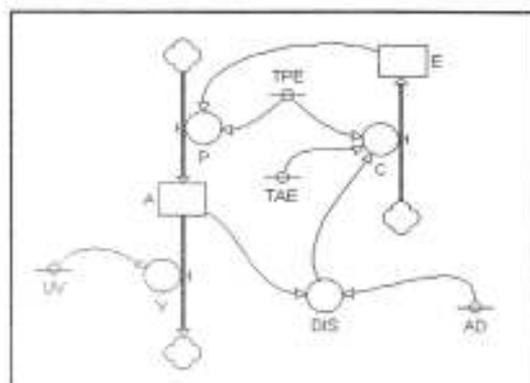
empleados, determinando así, un crecimiento en la producción que conlleva a un incremento en los bienes almacenados y por consiguiente una disminución de la discrepancia.

3. Clasificación de Variables y Parámetros Adicionales.

CLASE	SIMBOLO	DEFINICIÓN	UNIDAD	OBSERVACION
Nivel	A	# de bienes almacenados por la empresa	Bienes	Inventario
Nivel	E	# de empleados	Empleados	Empleados
Flujo	P	# de bienes producidos por mes	# Bienes/ Mes	Producción
Flujo	V	# de bienes vendidos por mes	# Bienes/ Mes	Ventas
Flujo	C	# de empleados contratados	# Empleados/ Mes	Productividad
Const.	TPE	productividad por empleado	# Bienes/ Empleados	
Const.	UV	unidades vendidas por mes		Ventas constante
Const.	TAE	retardo en la contratación	1/mes	Tiempo promedio para contratar un empleado
Const.	AD	nivel deseado	Bienes	
Aux	DIS	diferencia	Bienes	Diferencia en el nivel deseado

4. Diagrama de Flujos-Niveles.

Figura 2. Diagrama de Flujos- niveles.
Modelo Empleado - Almacén



Este modelo presenta dos niveles (sistema de segundo orden), un nivel identifica el número de bienes almacenados (A) que se encuentra afectado por un flujo de entrada (P), producción, y un flujo de salida (V), ventas. La producción depende directamente del nivel (E), número de empleados, y de una constante (TPE), tasa de producción por empleado. El número de empleados está determinado por un flujo de contratación-despidos que a su vez depende de la discrepancia (DIS) entre el almacén deseado (AD) y el almacén actual. Se tuvo en cuenta un tiempo de ajuste para la contratación, ya que ésta no es instantánea.

5. Modelo Matemático de Simulación.

Ecuaciones de nivel

$$A(t+Dt)=A(t)+(P(t)-V(t))*Dt$$

$$E(t+Dt)=E(t)+(C(t))*Dt$$

Ecuaciones de flujo

$$P(t)=E(t)*TPE$$

$$V(t)=UV$$

$$C(t)=DIS(t)/(TAE*TPE)$$

Ecuación auxiliar

$$DIS(t)=AD-A(t)$$

6. Simulación. Se presentan escenarios o diferentes realidades para saber y conocer como trabaja el modelo simulado.

PRIMER ESCENARIO		SEGUNDO ESCENARIO	
A	100	A	100
AD	100	AD	100
E	10	E	10
TAE	2	TAE	2
TPE	10	TPE	10
UV	100	UV	80
Dt	0,2	Dt	0,001

7. Resultados.

Figura 3. Modelo Relación Empleados Inventario (Primer Escenario)

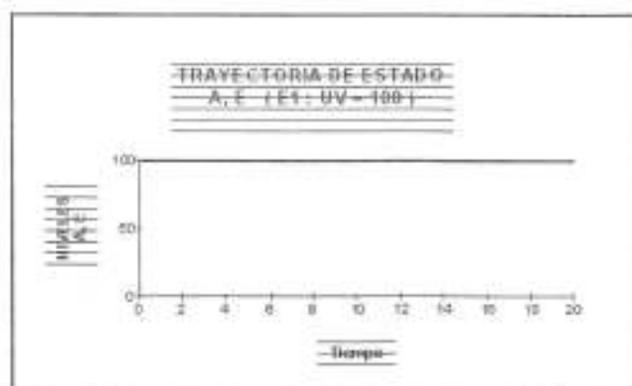
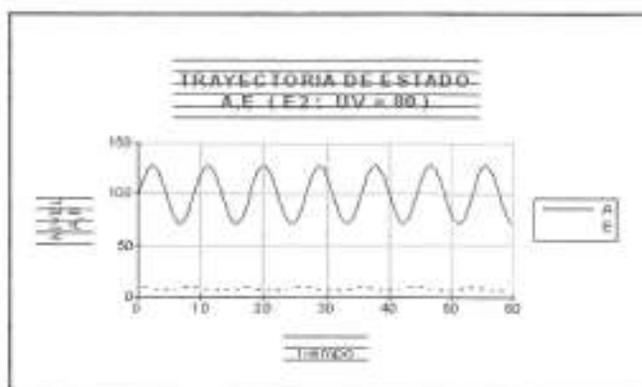


Figura 4. Modelo Relación Empleados Inventario (Segundo Escenario)



En el primer escenario, los empleados satisfacen el flujo de ventas, por lo tanto el inventario y el número de empleados permanece constante (El sistema está estable). En el segundo escenario, al reducirse el flujo de ventas, el sistema presenta oscilaciones, tanto en el número de empleados como en el inventario.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, Hugo ; GELVEZ, Lilla; SOTAQUIRA, Ricardo. Una revisión Crítica del Aprendizaje Organizacional con Dinámica de Sistemas. Grupo SIMON de Investigación 1997
- ANDRADE, H.; SOTAQUIRA, R., Pensamiento de Sistemas y Dinámica de Sistemas para el modelamiento de fenómenos de diversa naturaleza. Grupo SIMON de Investigación 1997.
- ARZE, J. Desarrollo de modelos para la transferencia de agrotecnología en el altiplano peruano. En Perspectivas de la investigación agropecuaria para el altiplano. Eds. Luis Argüelles; Rubén Estrada. Lima, Perú, CIID. 1991. P 47, 66.
- GUTIERREZ, C. Inteligencia Artificial, en la frontera de la ciencia. Desarrollo (C.R.). No. 5:26-33, 1987.
- MARK MINASI. The AI lenguaje. The Magazine of Artificial Intelligence in Practice (USA), 1991. 6 (59): 15 - 17
- NAVIA, J. 1994. Sistema expertos para la aplicación de metodologías bajo el enfoque de sistemas de producción. Tesis Magister, CATIE, Costa Rica. 90 p.
- PITRAT, J. El Nacimiento de la inteligencia artificial. Mundo Científico (España), 1985. 5(53): 1196 - 1209.
- SELL, P.S. Sistema expertos para principiantes. Mexico, Megabyte, Noriega. 1993. 114 p.
- STERMAN, J. 1994. Learning in and about complex systems. System Dynamics Review 10(2-3): 291-330.
- VAN GIGCH, J.P. 1989. Teoría general de sistemas. Segunda edición. México, Trillas. 607 p.

RECOMENDACIONES PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Revista de Ciencias Agrícolas publica contribuciones originales sobre agricultura, agroforestería, botánica, ecología y áreas afines de la región neotropical con énfasis en Colombia. Se publican contribuciones en español e inglés; sin embargo, invitamos a todos los autores a escribir sus artículos en inglés para llegar a una audiencia más amplia. Todo artículo debe incluir resúmenes en inglés y en español. La aceptación de los trabajos para su publicación en la Revista de Ciencias Agrícolas depende de las evaluaciones del comité editorial y de dos o más especialistas en la materia. Los manuscritos que no se ajusten a la temática o al estilo de la revista serán devueltos sin pasar a evaluación.

Manuscrito. Se deben enviar a los Editores Generales una copia del manuscrito. Los originales sólo deberán enviarse cuando el manuscrito haya sido aceptado. Se debe enviar un disquete con la versión final (revisada y corregida) del manuscrito aceptado, grabado en word y/o formato RTF. El manuscrito debe ser en papel bond blanco de tamaño carta, escrito todo (incluyendo las tablas y la rotulación de las figuras) en letra Times New Roman de 12 puntos, a doble espacio, en un solo lado de la hoja; debe ser alineado a la izquierda, incluyendo los títulos y subtítulos, sin partir palabras al final de la línea. Deje márgenes de 2.5 cm de ancho a todos los lados del texto y de las ilustraciones. Evite notas de pie de página.

Los manuscritos para los artículos no deben exceder las 12 páginas, aparte de las tablas y figuras. Los trabajos de mayor extensión, se considerarán para la Revista de Ciencias Agrícolas únicamente si el autor puede colaborar con los gastos de publicación: consulte con los editores. La primera página de cada artículo debe llevar únicamente el título, el nombre, la institución a la cual pertenece y la dirección de cada autor a la cual debe enviarse cualquier correspondencia, si es diferente a la dirección del primer autor; incluya un número de fax y la dirección de correo electrónico, si la tiene. Solamente el título debe ir en mayúscula y no debe exceder de 15 palabras. Se recomienda a los autores que usan su segundo apellido (o inicial) ligarlo con un guión al primer apellido; esto evita confusión en las citas de su trabajo en las bases internacionales de datos que emplean el inglés: Córdoba-Ruiz o Córdoba-R. en vez de Córdoba Ruiz o Córdoba R. Todo artículo debe incluir un Resumen en español y un Abstract en inglés, que no exceda cada uno el 5% de la longitud del texto (y en ningún caso debe exceder una página). Al pie de cada uno deben ir dos a cinco Palabras Clave (Key Words) en el idioma respectivo, ordenadas alfabéticamente, que reflejen el contenido del manuscrito. Comience el texto en una página aparte. El orden de las secciones debe ser:

Título, autores con llamado a pie de página para dirección e institución. Resumen, palabras clave, Abstract, key words. Introducción, Metodología, Resultados y discusión, Conclusiones y Bibliografía; se pueden incluir subtítulos dentro de las secciones principales cuando sea conveniente. Estas secciones van seguidas, sin iniciar nuevas páginas para cada una.