



**Navarro, Diana**

**Zamorano, Hector**

**Antoni, Elsa Josefina**

*Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas, Escuela de Contabilidad*

## **MODELOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA EMPRESA**

### **I.- Introducción:**

El presente trabajo intenta mostrar la importancia del uso de modelos en la construcción del conocimiento por parte de los alumnos de contador público, y el apoyo que a partir de estos modelos brindan los sistemas para la simulación por computadora, en el entramado de las decisiones empresarias. Los conceptos que aquí se vierten han sido trabajados con alumnos del último año de la carrera de Contador Público, quienes son estimulados para el esfuerzo racional que esto implica. Los avatares de esfuerzos y resultados, son recogidos en el marco de una investigación pedagógica que espera encontrar un mayor nivel de conocimientos en los alumnos, así como un crecimiento en sus habilidades intelectuales, en la medida en que se aboquen a la tarea y puedan significar mejor los conocimientos que se les van impartiendo, mediante la aplicación de acciones cognoscitivas.

Teniendo presente que la capacidad intelectual crece en la medida que es ejercitada, la practica del uso de los diagramas causales (modelos gráficos de representación del comportamiento de un sistema) debería colocar al alumno en una optima situación para alcanzar ese logro, ya que estos modelos graficos son expresiones lógicas de la capacidad de inteligencia formal.

Esta investigación sigue los lineamientos de la pedagogía constructivista que sostiene la importancia de la participación activa y efectiva de la mente para producir una real significación de los contenidos de aprendizaje.

### **II.- Fundamentos teóricos:**

#### **La empresa como sistema**

Comenzamos con reforzar los conocimientos de la empresa entendida como un gran sistema, dinámico y complejo, donde se originan y hacia donde convergen una diversidad de factores socio-económicos-financieros que interactúan constantemente. La Teoría General de Sistemas, como filosofía y método para analizar la realidad, nos da un marco idóneo para abordar la complejidad de esta organización.

Para poder adentrarse en la teoría de los sistemas creemos que es necesario enfatizar algunos conceptos claves aplicándolos al sistema empresa:

- a) *Inputs-outputs*: según N. Luhmann, el sistema contiene en sí mismo la diferencia con su entorno, por lo que en los momentos de apertura del sistema al entorno se produce un intercambio de información.
- b) *Recursividad*: es la cualidad del sistema por la que es capaz de contener o ser contenido por otro sistema.
- c) *Entropía y negentropía*: refirere a la tendencia natural hacia el desorden, y la existencia de elementos tendientes a mantener y/o volver al orden anterior.0
- d) *Sinergia*: es el conjunto de beneficios adicionales que se derivan de la acción coope-



rativa de los elementos del sistema.

- e) *Cibernética*: esta disciplina ha permitido incorporar el concepto de retroalimentación del proceso, que refiere a las relaciones causa-efecto de carácter circular.
- f) *Autopoiesis*: según Varela y Maturana, es la capacidad del sistema de generar sus propios recursos produciéndose y reproduciéndose por sí mismo. Lleva implícito el concepto de autorreferencia, y el abordaje de la complejidad mediante la selección.

## Modelos

Un modelo es una representación formal de la realidad que se observa. Todos utilizamos modelos para captar una realidad dado la complejidad de dicha realidad. En ese modelo, el observador incluirá su subjetividad: particulares perspectivas, personales intereses, bagaje de experiencias, intereses que lo estimulan, etc.

En el marco de la Teoría General de Sistemas, el alumno puede llegar a construir un modelo mental de la realidad que se le presenta. Al ser el modelo sólo una representación de la realidad, es menos complejo que ella, no la abarca en totalidad, y su característica estará dada por los intereses y perspectivas propias del observador. Los modelos se aceptan como un medio apto para estudiar fenómenos complejos. El modelo es un sistema racional formal pero debe acreditar una estructura parecida a la de la situación empírica que se analiza, es decir que debe tener una cualidad isomórfica con ésta. La construcción de modelos es una actividad permanente de la inteligencia humana que traduce la realidad de la experiencia en una realidad conceptual modelizante. Su valor radica en que facilita la comprensión de las características del objeto en estudio. A través de herramientas de modelaje, como por ejemplo los diagramas causales, el alumno puede explicitar sus modelos mentales, identificando los elementos del sistema en estudio y las relaciones entre ellos, logrando así conocerlo, entender su funcionamiento, posibles restricciones, conocer por que se comporta el sistema de una determinada manera, incluyendo aquí algo muy importante derivado de la Teoría General de Sistemas: las relaciones de causalidad circular, dejando así de lado el análisis de causalidad lineal.

Para poder modelizar el sistema el alumno deberá:

- a) identificar los **límites** del sistema, es decir circunscribir el objeto de estudio, aunque considerando las interacciones con el entorno que hacen a su comportamiento.
- b) establecer los principales **elementos relevantes** que lo componen,
- c) encontrar la red de **relaciones** de causalidad circular que se establece entre los mismos,
- d) arribar a una **visión conceptual sinóptica** que se constituiría en una guía para las búsquedas subsiguientes,
- e) obtener un **instrumento** conceptual que permite, a posteriori, un análisis en profundidad de la complejidad de la realidad, sin soslayar la necesidad de permanente reajuste del modelo teórico a la situación empírica.

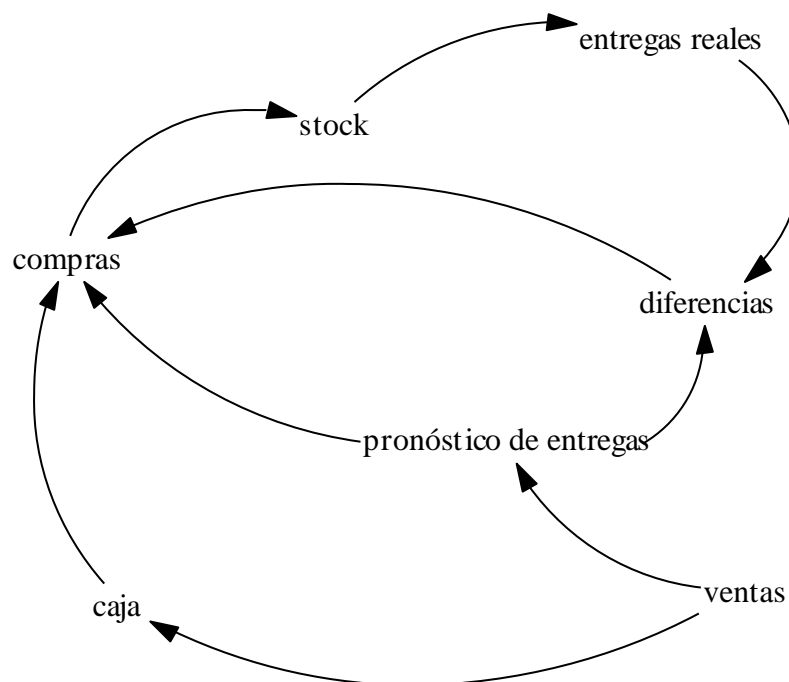
La complejidad de la realidad hace que el modelo deba mostrar los aspectos más críticos de la misma, brindar una visión de su comportamiento, ser explicativo, flexible, y permi-



tir ver posibles soluciones a los problemas que puedan presentarse. La explicación que pro-  
verá el modelo será de mayor relevancia cuanto más ajustadamente el comportamiento del  
sistema real sea expresado y representado por el modelo.

Por otra parte, tal como se expresó al comienzo del acápite, dado que este tipo de mo-  
delos intenta concretar la explicitación de los modelos mentales, quien construye el modelo  
deja su huella personal en el mismo, por lo que la modelización no es totalmente objetiva.

Veamos como ejemplo concreto de este tipo de abordaje de la realidad bajo estudio,  
uno de los trabajos que fueron presentados durante la experiencia. El caso abordado por el  
equipo de estudiantes refiere a una empresa familiar dedicada a la compraventa de materia-  
les de construcción. El subsistema elegido para el análisis fue el de "venta por acopio", lo  
que implica una serie de características propias a la modalidad "acopio". El equipo de estu-  
diantes ha concretado el comportamiento del subsistema mediante el diagrama causal que  
se muestra a continuación:



El equipo de estudiantes ha expresado de ésta manera la lectura de éste diagrama  
causal:

“Según sea la cantidad de **ventas** que se realicen, se **pronosticarán las entregas** de  
acuerdo a los parámetros que la empresa tiene calculados;

“De acuerdo al **pronóstico de entregas** se decidirán las compras necesarias para sa-  
tisfacer los pedidos de los clientes;



"Estas **compras** , por su lado, irán a incrementar el saldo del **stock**;

"El saldo del **stock** irá disminuyendo en la medida que se hagan efectivas las **entregas reales**" de mercadería;

De la comparación entre las **entregas reales** y las **pronosticadas**, se irán originando **diferencias**;

"Las **diferencias** irán regulando la decisión de realizar **compras** o no de mercaderías;

"Por otra parte, pero interrelacionando, tenemos el subsistema de finanzas que se verá influido por las **ventas**, que irán incrementando el saldo de **caja**, y por las **compras** que lo irán disminuyendo."

El equipo de estudiantes, a partir de haber "concretado" la realidad a cuyo análisis se abocaron, pudieron discutir e intercambiar ideas con la seguridad de que la base sobre lo que se estaba hablando era cierta y definida. La carpeta presentada por el grupo , luego de algunos comentarios y sugerencias de los profesores, finalizó con la presentación de un sistema de información elaborado en base a la construcción de indicadores que permitían el control de gestión del subsistema analizado, indicadores éstos surgidos de la necesidad de controlar una serie de variables fundamentales descubiertas a partir del diagrama causal. Por fin, este equipo, elaboró un modelo matemático surgido de dicho diagrama causal, y realizó una serie de simulaciones a efectos de determinar el análisis de sensibilidad de sus principales variables.

### **Modelos matemáticos de simulación por computadora**

La explicitación de los modos de comportamiento del sistema bajo análisis puede llegar a cuantificarse dinámicamente: con esto lo que quiere decirse es que pueden llegar a conocerse las tendencias de las variables de nuestro interés consideradas dinámicamente. Para ello la Dinámica de Sistemas provee de instrumentos metodológicos adecuados al efecto.

A partir de diversos softwares, los modelos pueden cuantificarse asignando valores a los elementos del mismo y expresando en ecuaciones matemáticas sus relaciones, donde se incluyen los centros de toma de decisión y las políticas que deben atender. Estos sistemas computarizados ayudan a generar en forma sencilla los modelos matemáticos necesarios para simular, y su salida mostrarán cómo se comportarán los diversos elementos del sistema ante la variación de alguno de ellos. Las decisiones tomadas en el marco de una determinada política organizacional, afectan los distintos elementos del sistema en estudio alterando el estado del mismo. Este nuevo estado se retroalimentará de los resultados obtenidos y volverá a generar flujos de decisiones que responden a políticas, y así sucesivamente.

No debe dejar de mencionarse que, la construcción de los modelos matemáticos tiene como punto de partida el conjunto de relaciones de causalidad circular expresado por la explicitación de la observación mediante los diagramas causales. Esto es importante porque explicaría el porqué de los cambios de todas las variables en cada unidad de tiempo.

A partir de la simulación se puede comprender de qué manera las decisiones afectarán al sistema, en el corto, mediano y largo plazo. El gran aporte de los modelos matemáticos de simulación por computadora es permitir, la "prueba" de las consecuencias de una deci-



sión en un ámbito virtual . El grado de certeza de la prueba, dependerá de la calidad del modelo original, de la acertada percepción de la realidad plasmada en el mismo.

Esta investigación reúne por un lado el innegable valor lógico de los diagramas causales a la necesidad de comprobar si queda asegurada la significación en profundidad, de los nuevos conocimientos y sus múltiples relaciones, es decir, si el alumno arriba a un verdadero aprendizaje, apropiándose de los signos significantes, transformándolos en verdaderos significados. Todo este proceso de significar los conocimientos nuevos relacionándolos con los conocimientos previos, conforma una verdadera construcción del conocimiento como un puente que relaciona la teoría y la realidad a la que se aplica, particularmente cuando el alumno es un futuro profesional que deberá emplear la teoría en la situación práctica que configura la situación particular del cliente.

### III.- La Experiencia:

Los estudiantes de la Práctica Profesional II - Modulo en Sistemas de Información, tal como puede verse en el programa de la materia (<http://www.citynet.com.ar/estudio/pp2-0.htm>), trabajan en la realización de un análisis de una situación real, a efectos de dotar al subsistema elegido de un sistema de apoyo a la toma de decisiones.

Para ello, los estudiantes trabajan en grupos. Surge así la necesidad de concretar los modelos mentales en una herramienta que permita "visualizar" las ideas de cada uno de los integrantes, y que permita conformar un único objeto de estudio. Para ello, y atendiendo a los requerimientos conceptuales de la Teoría General de Sistemas, el comportamiento del subsistema elegido se expresará mediante la utilización de un diagrama causal. Este diagrama causal permite a cada grupo:

1. concretar el comportamiento y plasmarlo de manera que todos puedan ver lo mismo.
2. reflejar la red de interrelaciones establecidas entre los elementos del subsistema.
3. encontrar las relaciones de causalidad circular que permitan determinar las variables críticas a ser controladas.
4. determinar los más convenientes indicadores de gestión para el control de la misma.
5. en suma, lograr una fácil comprensión del funcionamiento observado del subsistema.
6. considerar las interrelaciones que se mantienen con otros subsistemas de la empresa elegida, saliendo de los análisis de tipo "compartimentos estancos" que resultan irreales a la hora de establecer interrelaciones de comportamiento.
7. avanzar en el análisis dejando de lado las consideraciones procedurales para introducirse en la complejidad del comportamiento sistémico.

Tendiendo a establecer el grado de claridad logrado mediante el uso de los diagramas causales, los distintos grupos fueron invitados a mostrar sus modelos graficos, y explicar brevemente tan solo a qué se dedica la empresa elegida y cuál es el subsistema analizado.

A continuación, se invita a que un estudiante que no pertenece al grupo "lea" el diagrama causal, y que todos aporten sugerencias, críticas, modificaciones.

Los mismos estudiantes se mostraban sorprendidos de cómo, un simple modelo gráfico pudiese brindar información suficiente como para poder hablar sobre el sistema allí repre-



sentado.

En la totalidad de los casos el resultado fue más que satisfactorio dado que:

1. quedó evidenciado que el diagrama causal era suficientemente representativo para lograr por parte del resto un conocimiento claro del comportamiento del subsistema modelizado.
2. los estudiantes coincidieron en la simpleza y claridad de la herramienta utilizada.
3. todo esto se verificaba en la alta participación de comentarios y análisis agregados por el resto de la clase.
4. resulta también evidente que el grupo había logrado un profundo conocimiento del comportamiento del subsistema, base fundamental para poder lograr su modelo.

A partir del perfeccionamiento de estos diagramas causales, como modelo gráfico para la explicitación del comportamiento del subsistema analizado, los alumnos abordan sin dificultad la tarea de preparar un sistema de indicadores que permitan dar cuenta de la marcha del subsistema en cuanto al cumplimiento de sus objetivos, en cuanto a la congruencia de su accionar con la Misión de la empresa.

Además, a la vista del modelo gráfico, les resulta fácil determinar cuáles son los indicadores principales a ser suministrados, y cuáles serán los que darán cuenta, explicarán, el comportamiento de aquellos.

### **El taller de Simulación:**

Durante el cuatrimestre del dictado de la materia, los estudiantes participan de un taller de Simulación.

El objetivo reconoce varios aspectos:

1. probar la insuficiencia de los modelos mentales para analizar situaciones complejas y dinámicas (cantidad de variables y extensión en el tiempo).
2. probar que los conceptos teóricos trabajados son susceptibles de ser llevados a la práctica profesional.
3. demostrar que utilizando las herramientas de la Dinámica de Sistemas las hipótesis del analista pueden verificarse sin afectar el sistema real.
4. demostrar que los análisis de corto plazo muchas veces no son suficientes para advertir la aparición de consecuencias indeseables.

Al cabo del taller, los estudiantes expresan satisfacción y sorpresa por las insospechadas posibilidades que acaban de descubrir en cuanto a la simulación de modelos matemáticos.

Esta situación queda evidenciada en las respuestas obtenidas de las encuestas realizadas.



#### **IV.- Instrumentos de la toma de datos**

##### **Encuestas:**

Al finalizar el 2do. Cuatrimestre de 2003, se hizo una encuesta a los alumnos de la materia que cursaron durante ese cuatrimestre. Esta encuesta fue tomada como preliminar a esta investigación y se refería a la valoración que hacían los alumnos de los distintos métodos de estudio utilizados durante el desarrollo de la materia. Estos alumnos realizaron su trabajo práctico utilizando como herramienta de análisis del sistema bajo estudio, los diagramas de flujos de datos, a través de los cuales se representa las entradas de datos al sistema, los procesos que se realizan en el mismo y las salidas de información operativa o transaccional que brinda. A partir de este análisis debían definir los indicadores que controlarían el estado de las variables más importantes del sistema, en función de la misión previamente definida.

En el siguiente cuatrimestre se implementó sólo en algunos grupos de alumnos (el grupo testigo) y con idéntica finalidad, la elaboración diagramas causales que representarían esas variables importantes del sistema y sus relaciones, de forma tal que la elaboración de indicadores para el control de la gestión, fuera más efectiva. A este grupo se le realizó, al final del cuatrimestre, la misma encuesta que a los alumnos del cuatrimestre anterior.

##### **Cuestionario abierto a los alumnos del grupo testigo:**

Con el propósito de profundizar el efecto que produjo en los alumnos la nueva metodología de modelar los sistemas con diagramas causales para luego simular, a través de un modelo matemático realizado con un software específico, el comportamiento de los mismos, se hizo una pregunta abierta a los integrantes del grupo testigo.

#### **V.- Resultados e interpretación**

##### **Encuestas:**

La pregunta realizada fue: "La metodología empleada por el docente, ¿ayudó a la comprensión de los temas? ¿Cuál estrategia facilitó más el aprendizaje?."

- Exposición oral con participación
- Exposición oral sin participación
- Utilización de recursos (transparencia, cañón, taller, etc.)
- Trabajo en grupos
- Comentarios de publicaciones
- Otras

La respuesta a esta pregunta podía ser múltiple. El alumno podía elegir varias metodologías



### Encuesta Preliminar

	Exposición oral con particip.	Exposición oral sin particip.	Utilización de recursos (transparencias, cañón, taller, etc)	Trabajo en grupos	comentarios de publicaciones	otras
Total de alumnos:72						
Total Respuestas:152	39	5	32	40	35	3
<b>%</b>	<b>26%</b>	<b>3%</b>	<b>20%</b>	<b>26%</b>	<b>23%</b>	<b>2%</b>

### Grupo Testigo

	Exposición oral con particip.	Exposición oral sin particip.	Utilización de recursos (transparencias, cañón, taller, etc)	Trabajo en grupos	comentarios de publicaciones	otras
Total de alumnos:37						
Total respuestas:89	18	5	18	33	13	2
<b>%</b>	<b>20%</b>	<b>6%</b>	<b>20%</b>	<b>37%</b>	<b>15%</b>	<b>2%</b>

De acuerdo con estos resultados se puede observar que la respuesta a la primera opción: "participación oral con participación", del alumno, es menos valorada en el grupo testigo. Esta metodología corresponde básicamente a respuestas que dan los alumnos, previa lectura de un texto, a temas que aborda y cuestiona el profesor. Es una metodología interactiva y motivadora para el alumno ya que genera discusiones sobre el tema tratado, enriqueciendo de esta manera la construcción del conocimiento. La valoración por parte de los alumnos de la encuesta preliminar, creemos que se ocasiona por ser ésta una instancia en la que se crearon situaciones de análisis y debate. Los alumnos del grupo testigo tuvieron además, la oportunidad de realizar este tipo de actividades en el abordaje de la conformación del sistema a exponer, al concretar los diagramas causales de sus respectivos casos.

Con respecto a la metodología de "exposición oral sin participación", por parte de



los alumnos, evaluamos que fue más valorada por el grupo testigo, al necesitar la nueva metodología a utilizar, explicaciones detalladas por parte del profesor.

Al realizar el análisis de la tercera opción, "Utilización de recursos (transparencias, cañón, taller, etc)", la igual valoración que dan de ella los dos grupos, se debe a que en el taller, que por la característica del desarrollo de las clases, es la metodología más relevante de las expuestas en esta opción, los alumnos conocen cómo manejar un software de simulación. Esta actividad de utilización de la computadora de forma novedosa, a través de distintos aplicativos, es siempre atractiva para el alumno, independientemente del contexto en el cual se aplique.

El "trabajo en grupos" fue en cuanto a su apreciación, notablemente mayor por parte del grupo testigo, con respecto al grupo que realizó la encuesta preliminar. Deducimos que esta situación puede ocasionarse en que la tarea específica de visualizar el comportamiento del sistema bajo estudio y a partir de ella realizar el diagrama causal. Ésto hace indispensable la contrastación de las diversas visiones que los distintos integrantes del grupo testigo tienen del mencionado sistema. Para lograr una representación que se ajuste lo más posible a la realidad, los distintos modelos mentales tienen que ser analizados, expuestos, discutidos y concensuados. Este motivo hace que el trabajo conjunto sea más enriquecedor y productivo.

Los "comentarios de publicaciones" es una actividad en la que la participación de los alumnos es fundamental, ya que son ellos los que traen a la clase para su comentario por parte de todos los integrantes, las inquietudes, sorpresas o conclusiones que temas informáticos de actualidad, publicados en algún medio escrito, le produjeron. Su participación es muy activa y el intercambio de opiniones que se genera, aporta nuevos elementos a la formación disciplinar del conjunto de la clase. Es en esta actividad donde surgen temas novedosos y enriquecedores para el alumno. Opinamos que es menos apreciada por el grupo testigo debido a que su expectativa de novedades y profundización de conocimiento se encuentra, en parte, cubierta por la nueva metodología aplicada.

Las respuestas a "Otras" metodologías pueden ser consideradas irrelevantes por su número, 3 respuestas sobre un total de 89 alumnos y, en el grupo testigo, 2 respuestas sobre un total de 37 alumnos. Esta situación es congruente con la planificación que realizaron los profesores de las metodologías a aplicar en el desarrollo de las clases.

### **Cuestionario abierto a los alumnos del grupo testigo:**

Se le preguntó al grupo testigo "Qué utilidad le aportaron los diagramas causales", para que contestaran de manera abierta.

La lectura de las respuestas obtenidas de los 37 integrantes de este grupo, se obtuvieron las siguientes categorías de análisis:

- Aporte de un enfoque integrador del sistema bajo análisis
- Ayuda al entendimiento del sistema y su problemática
- Una nueva herramienta de análisis



- Herramienta fácil de entender

### Resultados del cuestionario abierto

	Enfoque integrador	Ayuda al entendimiento del tema	Nueva herramienta de análisis	Herramienta fácil de entender	No contesta
Total Alumnos: 37					
Total Respuestas	16	15	1	2	3
%	<b>43%</b>	<b>41%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>

La posibilidad de abstraer la realidad e incorporar la misma al conocimiento previo del individuo es una condición del aprendizaje significativo. Si el alumno considera que la modelización de los sistemas le brindó un **enfoque integrador** al poder visualizar relaciones de causa y efecto entre las variables, al poder tener una visión global del sistema bajo estudio, al lograr "mapas conceptuales" que sintetizan su funcionamiento y así facilitar la obtención de indicadores de gestión, podemos concluir que la modelización ejercitada ha contribuido a la capacidad operatoria formal de ese alumno. Así mismo quienes expresan que los diagramas causales lo **ayudaron al entendimiento del tema**, es decir a comprender el sistema porque los consideran una forma concreta, clara y sintética de ver la realidad, para poder comprender las causas de la o las problemáticas que se pueden presentar, también están abstrayendo esa realidad e integrando esa abstracción a sus conocimientos previos. Podemos concluir que un 73% de los alumnos consultados han expresado conceptos que definen al conocimiento significativo como resultante la aplicación de los diagramas causales, a su desempeño académico.

### Conclusión:

La experiencia realizada al cabo de los últimos 4 cuatrimestres, en nuestra consideración y a la luz de los resultados obtenidos y encuestas practicadas, ha sido exitosa.

En el primer cuatrimestre de su realización se trabajó sólo con una comisión, que actuó como grupo testigo. Los buenos resultados logrados animaron a que inmediatamente la metodología se extendiese a la totalidad de las comisiones de la materia. Para ello, se realizó un seminario con los profesores de la cátedra y otros profesores especialmente invitados, de manera de compatibilizar las ideas rectoras y objetivos de las clases.

Hoy puede sostenerse que, de acuerdo a la opinión de los mismos estudiantes, la metodología utilizada :

1. ha sido de gran utilidad por lo sencilla y potente.
2. permitió llevar a la practica los conceptos estudiados.
3. facilitó la tarea de análisis del grupo.
4. ayudó a lograr un profundo conocimiento del comportamiento del subsistema.
5. compatibilizó los modelos mentales de los integrantes del grupo.



6. preparó el camino para la preparación de lo necesario tendiente a establecer un sistema de información que de cuenta de la gestión del subsistema.
7. hizo visibles las variables críticas del subsistema a efectos de enfatizar su seguimiento.

Las carpetas con los trabajos realizados por los grupos de estudiantes son una prueba concreta de lo expresado.

En síntesis de lo expuesto se concluye que los alumnos lograron un evidente mayor nivel de la significación de lo aprendido, es decir que hubo un mejor aprendizaje que logró integrar muchos de los conocimientos previos adquiridos durante la carrera en un sistema lógico formal que les dio significatividad total.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ANTONI, E.J., "Alumnos Universitarios", Ed. Miño y Dávila, 2003
- ARACIL, J., "Introducción a la Dinámica de Sistemas", Alianza Universidad Textos, 1983
- EISNER, E.W., "Cognición y currículo", Ed. Amorrortu, 1998
- MARTÍN GARCIA, J., Material del curso de posgrado "Creación de Modelos en Gestión Empresaria", Universidad Politécnica de Cataluña, 1999
- PIAGET, J. Y BETH, E., "Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real", Ed. Ciencia Nueva, 1968
- SARTORI, G., "Hommo Videns", Ed. Taurus, 1998
- SENGE, P., "La quinta disciplina en la práctica", Ed. Granica, 1997