

Una aproximación a los indicadores de gestión a través de la dinámica de sistemas

Fernando Antonio Arenas Guerrero

farenas@telesat.com.co

Fecha de recepción: 9-1-2004

Fecha de aceptación: 19-4-2004

ABSTRACT

Performance measures have become a main topic within the organizational environment. Approaches to this subject have been going from the merely operational to the inclusion of performance measures as part of strategic planning, as in the Balanced Scorecard approach, where measures are linked with strategic objectives through causal relationships. This article intends to show, by means of an example model, the potential of system dynamics for establishing causal relationships between measures, verifying the validity of hypotheses implicit in these relationships,

and showing the need for trade-offs between different objectives.

KEYWORDS

Performance measures, modeling, system dynamics.

RESUMEN

El tema de los indicadores de gestión se ha venido convirtiendo en prioritario dentro del ámbito de las organizaciones. Las aproximaciones al tema van desde lo meramente instrumental hasta la inclusión de los indicadores como parte del tema estratégico. Una de las metodologías que liga los indicadores con el ejercicio estra-

tégico es la de Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) que sugiere enlazar los indicadores con los objetivos estratégicos a través de relaciones causales. En este artículo se muestra, a través de un modelo de ejemplo, la potencialidad de la Dinámica de Sistemas como herramienta para establecer las relaciones causa-

les entre indicadores, verificar la validez de las hipótesis subyacentes a dichas relaciones y mostrar la necesidad de establecer transacciones entre el logro de los objetivos asociados a diferentes indicadores.

PALABRAS CLAVES:

Indicadores de gestión, modelación, dinámica de sistemas.

Clasificación: B

INTRODUCCIÓN

La necesidad de los gerentes de tener acceso a información confiable y significativa, que brinde soporte a la toma de decisiones, ha venido dando cada vez mayor relevancia al tema de los indicadores de gestión. Dicha relevancia se ve reflejada en la creciente literatura disponible sobre el tema, parte de la cual está dedicada a la parte meramente instrumental de construcción de los indicadores (Beltrán, 2000) o a su aplicación a un tema organizacional específico, como el de la cadena de suministro (Keebler y Durtsche, 1999), mientras que es cada vez mayor la literatura que incluye los indicadores como parte del ejercicio estratégico considerando diversas perspectivas (Hronec, 1993), ligando perspectivas y estrategia (Graham Brown, 1996; Kaplan y Norton, 2000) o mostrando metodologías o casos de aplicación dentro del ejercicio estratégico empresarial (Kaplan y Norton, 2001; Niven, 2002). La metodología de Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) sugerida por Kaplan y Norton (2000) propone establecer varias perspectivas desde las cuales se desarrollen los indicadores (finanzas, cliente, procesos internos, aprendizaje y crecimiento) como parte del despliegue de los objetivos estratégicos; esto implica establecer relaciones causales entre los diversos indicadores con el fin de hacer explícita la forma en que el logro de cada uno de ellos contribuye al logro de dichos objetivos. Kaplan y Norton (2000, p. 163) enfatizan la necesidad de establecer relaciones causa-efecto entre indicadores, que puedan ser validadas: *Una estrategia es un conjunto de hipótesis sobre las rela-*

ciones causa-efecto. Estas pueden expresarse con una secuencia de declaraciones del tipo si/entonces. Un cuadro de mando adecuadamente construido debe contar la historia de la unidad de negocios a través de una secuencia de relaciones causa-efecto. El sistema de indicadores debe hacer que las relaciones (hipótesis) entre los objetivos (e indicadores) en las diversas perspectivas sean explícitas a fin de que puedan ser gestionadas y convalidadas. Debería identificar y hacer explícita la secuencia de hipótesis sobre las relaciones de causa y efecto entre los indicadores y los resultados y los inductores de la actuación de esos resultados.

Sin embargo, no proponen una metodología para establecer y validar relaciones causa-efecto, o para establecer las relaciones entre inductores de actuación y resultados. Es aquí donde la dinámica de sistemas tiene un alto potencial de contribución.

LA FRAGMENTACIÓN DE LOS INDICADORES

La fragmentación de los indicadores hace parte de la aproximación reduccionista a la solución de problemas, prevaleciente en la mayoría de las organizaciones, y es una respuesta a la necesidad de manejar la complejidad inherente a la gestión de una organización. Supuestamente, la toma de decisiones en los diversos niveles de la organización se facilita asignando indicadores y objetivos a cada uno de esos niveles. Así cada nivel asigna objetivos e indicadores a cada subnivel hasta llegar incluso al nivel operativo de primera línea.

Al decidir cómo alcanzar un objetivo, quienes toman decisiones tienden a

ignorar, o a tratar como exógenos, aquellos aspectos de la situación que, desde su punto de vista, no están relacionados directamente con el objetivo (Simon 1957, p. 79):

Las escogencias individuales tienen lugar en un ambiente de “cosas dadas”, premisas que son aceptadas por el sujeto como base para su escogencia; un comportamiento es adaptativo sólo dentro de los límites establecidos por esas “cosas dadas”.

Esta tendencia a la fragmentación es, según el físico David Bohm (1998, p. 27-28), una tendencia prevaleciente en nuestra sociedad (incluyendo las organizaciones) que conlleva a percepciones erróneas de la realidad:

...es la totalidad lo que es real, y la fragmentación es la respuesta de esta totalidad a la acción del hombre, guiado por una percepción ilusoria y deformado por un pensamiento fragmentario. En otras palabras, es precisamente porque la realidad es un todo por lo que el hombre, con su modo fragmentario de acercarse a ella, encontrará inevitablemente la correspondiente respuesta fragmentaria.

La suposición implícita en la fragmentación de los objetivos e indicadores es la de que consiguiendo cada sub-objetivo se posibilita a la organización para conseguir los objetivos globales. El trabajar sobre esta suposición, sin haber establecido y validado relaciones de causa y efecto entre los sub-objetivos y los objetivos globales resulta no sólo incorrecto sino, como lo expresa Bohm (1998, p.43), peligroso:

Lo más necesario es que nos vayamos dando cada vez más cuenta del gran

peligro que significa seguir con un proceso fragmentario de pensamiento. Esta conciencia le dará a la investigación de cómo actúa en realidad el pensamiento, el sentido de urgencia y la energía que le van a hacer falta para enfrentarse con la verdadera magnitud de las dificultades con las que la fragmentación se nos está oponiendo.

COMPLEJIDAD, RACIONALIDAD LIMITADA Y MODELOS MENTALES

El manejo de la complejidad inherente a la toma de decisiones en las organizaciones mediante la fragmentación de los objetivos e indicadores, si bien resulta sencillo en apariencia, resulta riesgoso en la práctica. Uno de los mayores riesgos estriba en las consecuencias inesperadas de acciones bien intencionadas, como lo menciona el biólogo Lewis Thomas (1974, p. 90):

Usted no puede manipular una parte de un sistema complejo desde afuera, sin el casi seguro riesgo de provocar efectos desastrosos, con los que usted no contaba, en otras partes del sistema. Si usted quiere arreglar algo, está obligado a entender el sistema completo primero. Intervenir, sin este entendimiento, es una manera de causar más problemas que aquellos que se pretenden arreglar.

Una hipótesis explicativa de la propensión de las organizaciones a este tipo de comportamientos se encuentra en el “principio de racionalidad limitada” de Simon (1957, p. 198), por el cual ganó el Premio Nobel de Economía en 1979:

La capacidad de la mente humana para formular y resolver problemas

complejos es muy pequeña, comparada con el tamaño del problema cuya solución es requerida para un comportamiento racional objetivo en el mundo real o aun para una aproximación razonable a dicha racionalidad objetiva.

Según este principio, debido a nuestras numerosas limitaciones de atención, tiempo, memoria y procesamiento de información, nos formamos modelos mentales muy simples de situaciones complejas. Estos modelos consideran sólo algunas relaciones causa-efecto de tipo lineal e ignoran las realimentaciones, las interconexiones múltiples, las no-linealidades y las demoras entre causa y efecto, así como otros elementos de la complejidad dinámica.

ATENCIÓN

El proceso de medida es, sobre todo, un proceso de selección. En el caso de las organizaciones, este proceso de selección está relacionado con el manejo de la atención. Ya que, como se mencionó anteriormente, nuestra capacidad de atención es limitada, los objetivos e indicadores se encargan de enfocarla. Esta búsqueda de enfoque implica un equilibrio muy delicado entre un enfoque demasiado amplio donde el esfuerzo puede dispersarse y uno demasiado estrecho que genera un modelo mental igualmente estrecho con los riesgos ya mencionados en este documento. El Cuadro de Mando Integral constituye, desde este punto de vista, un paso adelante en la búsqueda de ese equilibrio, al procurar relacionar el enfoque amplio de los objetivos estratégicos con los enfoques, menos amplios, de los niveles táctico y operativo.

DINÁMICA DE SISTEMAS

Relaciones causales

La dinámica de sistemas emplea la simbología expuesta en la Figura 1 para describir las relaciones causa-efecto entre las variables. En el caso que ilustra la figura, la variable “Inventario” influye sobre la variable “Costo de inventario”.



Figura 1. Relación causa-efecto.

Variables de nivel y flujo

Las variables de nivel son aquellas susceptibles de acumulación, es decir, que pueden actuar como un “tanque”. Dentro de esta categoría se encuentran variables como inventarios, población, base de clientes, número de empleados y todas las variables financieras incluidas en un balance. Estas son variables que se expresan en unidades (kilogramos, personas, clientes, empleados, pesos). Las variables de nivel caracterizan el estado de un sistema y, por lo tanto, son las más frecuentemente utilizadas para la elaboración de indicadores que sirvan como soporte a la toma de decisiones. Son variables asociadas a lo que Kaplan y Norton (2000) denominan “resultados” o “indicadores históricos”.

Las variables de flujo son aquellas que constituyen corrientes de entrada a, o de salida de, los “tanques”. Ejemplos de este tipo de variables son, producción y despachos, nacimientos y muertes, nuevos clientes y clientes que se pierden, contratacio-

nes y retiros, ingresos y egresos. Estas son variables que se expresan en unidades por unidad de tiempo y están asociadas a lo que Kaplan y Norton (2000) denominan como “inductores de actuación” o “indicadores previsionales”.

Adicionalmente, la dinámica de sistemas hace uso de “variables auxiliares” o “intermedias” que explican el comportamiento de las variables de flujo. Estas variables son funciones de las variables de nivel y de constantes o variables exógenas.

La Figura 2 muestra un esquema donde puede verse la notación empleada para cada tipo de variable. “Inventario” es una variable de nivel y como tal se ubica dentro de un rectángulo. “Producción” es la corriente de entrada a “Inventario” y “Despachos” la corriente de salida, y se representan como tuberías con válvula, mientras “Ciclo de Manufactura”, “Tasa Máxima de Despacho” y “Tiempo Mínimo de Procesamiento de Orden” son variables auxiliares.

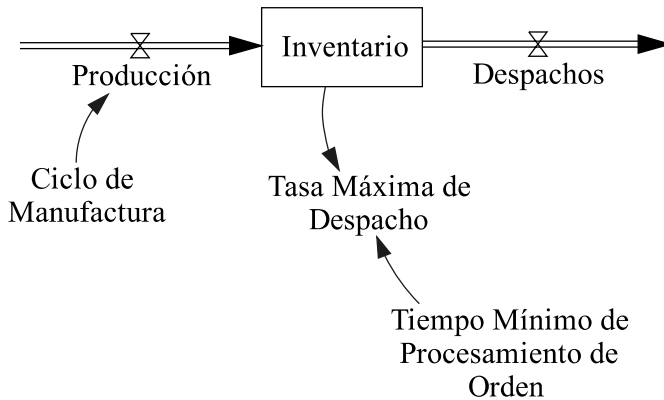


Figura 2. Variables de nivel, de flujo, y auxiliares.

MODELO Y SIMULACIÓN

Estructura del modelo

Se utilizará para la simulación el modelo de “Estructura de Políticas de Inventario y Producción” propuesto por Sterman (2000). La estructura del modelo puede verse en la Figura 3.

El eje del modelo está constituido por las variables de nivel “Inventario en Proceso” e “Inventario” y las variables de flujo “Tasa de Arranques de Producción”, “Producción” y “Despachos”. Las demás variables son auxiliares.

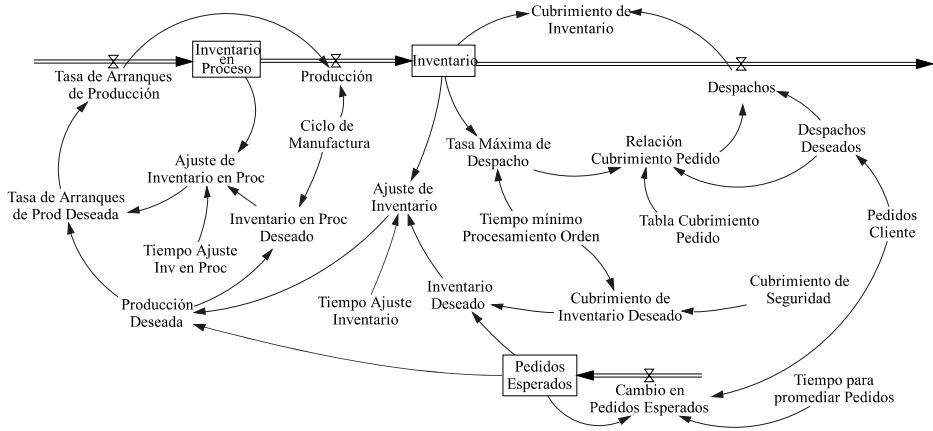


Figura 3. Estructura del modelo de “Políticas de Inventario y Producción”.

A la estructura del modelo se han agregado indicadores operativos, de

servicio y financieros. La estructura de estos indicadores se muestra en la Figura 4.

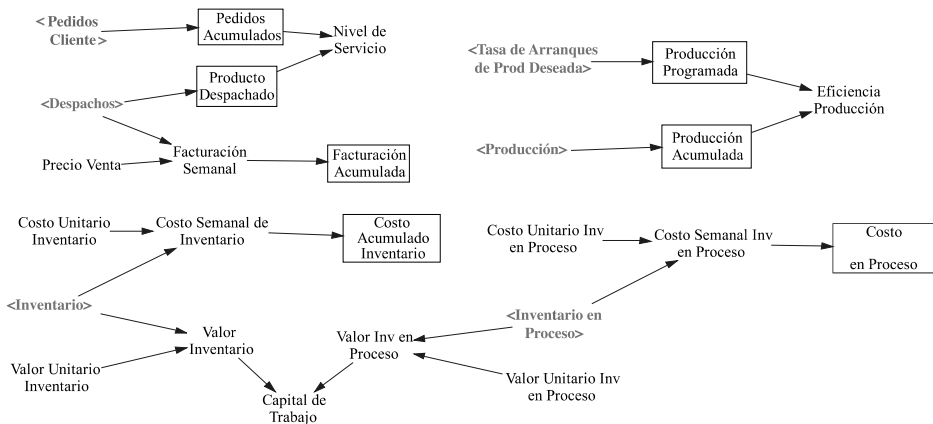


Figura 4. Estructura de los indicadores agregados al modelo “Política de Producción e Inventarios”.

Modelos mentales y simulación

Para efectuar las simulaciones supondremos que el gerente de Operaciones le comunica al director de Logística que, con el fin de disminuir los costos totales de la empresa, y por ende incrementar sus utilidades, debe centrar sus esfuerzos en reducir el “Costo Acumulado de Inventario”, equivalente al “Costo Semanal de Inventario” acumulado a la quincuagésima semana (un año), que es el horizonte de simulación. Dada esta prioridad, el director de Logística podría actuar sobre dos variables que, vamos a suponer, están bajo su control, “Tiempo Mínimo de Procesamiento de Orden” y “Cubrimiento de Seguridad”. Los modelos mentales implícitos en estas decisiones están descritos en las Figuras 5 y 6. Se han utilizado en estos esquemas lo que en dinámica de sistemas se denominan

“diagramas causales” donde a la flecha que indica una relación causal se agrega una polaridad (signo + o signo -) que depende del sentido en que se mueve el efecto cuando la causa se mueve en un sentido determinado; si el efecto se mueve en el mismo sentido de la causa se asigna una polaridad positiva (signo +), si el efecto se mueve en sentido contrario al de la causa se asigna una polaridad negativa (signo -); por otra parte, dos líneas paralelas sobre la flecha de enlace representarán una demora significativa entre causa y efecto. Así pues, el modelo mental del gerente de Operaciones (Figura 5) debe leerse: “si disminuye el costo acumulado de inventario entonces los costos totales deberán disminuir (polaridad positiva), y al disminuir los costos totales deberán aumentar las utilidades (polaridad negativa).”

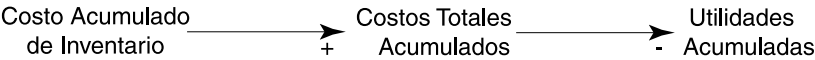


Figura 5. Modelo mental del gerente de Operaciones.

El modelo mental del director de Logística, descrito en el diagrama causal de la Figura 6, deberá leerse: “Las acciones para reducir el tiempo mínimo de procesamiento de orden reducirán este tiempo (polaridad negativa) tras una demora significativa (líneas paralelas sobre la flecha). Este

mismo efecto puede lograrse mediante una reducción en el cubrimiento de seguridad (polaridad positiva). Una disminución en el inventario provocará la disminución del costo semanal de inventario y, por ende, del costo acumulado de inventario (polaridades positivas)”.

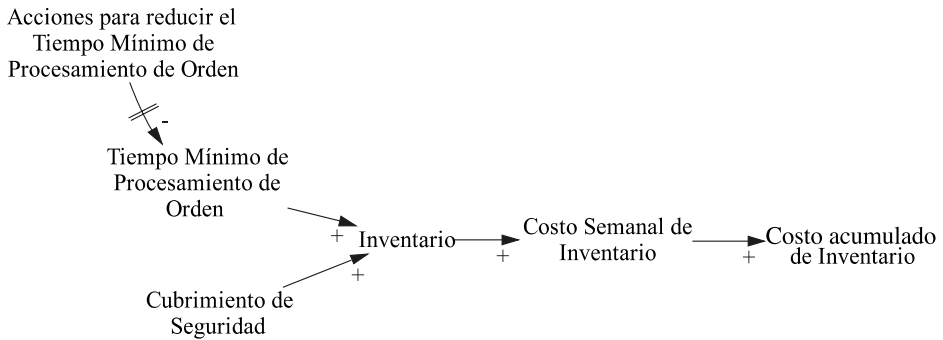


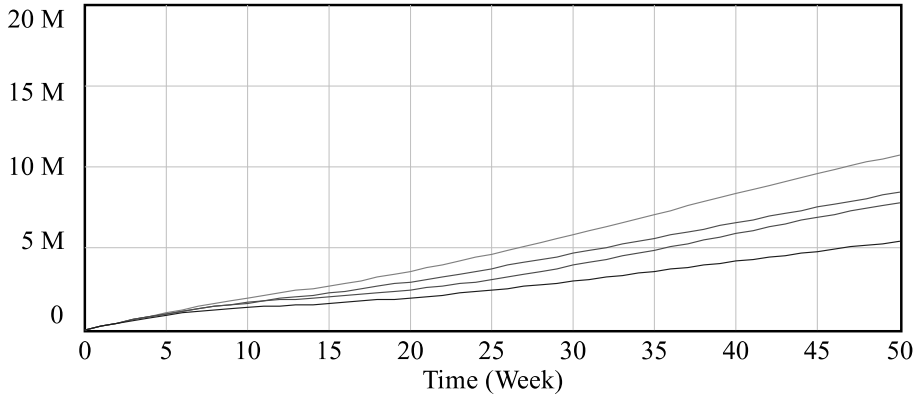
Figura 6. Modelo mental del director de Logística.

A partir del modelo mental descrito en la Figura 6, podríamos suponer que la decisión más factible sería la de disminuir el cubrimiento de seguridad ya que la disminución del tiempo mínimo de procesamiento de orden podría implicar la ejecución de proyectos de adquisición de maquinaria y equipo, entrenamiento de personal o implementación de sistemas de información, proyectos todos estos que necesitarían de un tiempo significativo (dentro del horizonte de cincuenta semanas) para su puesta en marcha. Nótese que no se han incluido dentro del modelo mental del director de Logística los costos ocasionados por la ejecución de estos proyectos, lo cual haría menos factible aún la decisión de disminuir el tiempo de procesamiento de orden.

La Figura 7 muestra en forma gráfica los resultados para la variable

“Costo Acumulado de Inventario” al realizar cuatro simulaciones. La simulación “base” se llevó a cabo en las condiciones que podríamos denominar normales o iniciales del modelo. En la simulación “TMPO1” se redujo el “Tiempo Mínimo de Procesamiento de Orden” de dos semanas a una semana. En la simulación “CS1” se redujo el “Cubrimiento de Seguridad” de dos semanas a una semana. En la simulación “COMB1” se redujeron tanto el “Tiempo Mínimo de Procesamiento de Orden” como el “Cubrimiento de Seguridad” de dos semanas a una semana. Los resultados para “Costo Acumulado de Inventario” se resumen en la Tabla 1. Para todas las simulaciones se ha establecido un incremento del 20% en los pedidos del cliente a partir de la quinta semana, con el fin de introducir una perturbación en el sistema.

Costo Acumulado de Inventario



Costo Acumulado Inventario : COMB1 _____
 Costo Acumulado Inventario : CS1 _____
 Costo Acumulado Inventario : TMPO1 _____
 Costo Acumulado Inventario : base _____

Figura 7. Gráfica de comportamiento de “Costo Acumulado de Inventario” para diferentes condiciones de simulación.

Tabla 1. Resultados para “Costo Acumulado de Inventario” en la quincuagésima semana en diferentes condiciones de simulación.

| Simulación | Tiempo Mínimo de Procesam. Orden | Cubrimiento de Seguridad | Costo Acumulado de Inventario | Ahorro |
|------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------|
| base | 2 | 2 | 10,760,000 | |
| TMPO1 | 1 | 2 | 7,823,000 | 2,937,000 |
| CS1 | 2 | 1 | 8,432,000 | 2,328,000 |
| COMB1 | 1 | 1 | 5,425,000 | 5,335,000 |

Como puede verse en la Tabla 1, la reducción del cubrimiento de seguridad es la menos eficiente de las alternativas en cuanto a ahorro generado en costos se refiere. Debe anotarse que los resultados que implican una reducción en el tiempo de procesamiento de orden suponen una en-

trada en vigencia de esta reducción antes de la quinta semana.

Otros indicadores

Cabe aquí preguntarse: ¿Qué efecto tendrían estas decisiones sobre otros indicadores diferentes del “Costo Acumulado de Inventario”. Las Figuras

8 y 9, muestran el comportamiento de los indicadores “Eficiencia de Pro-

ducción”, “Facturación Acumulada”, “Capital de Trabajo” y “Nivel de Servicio”.

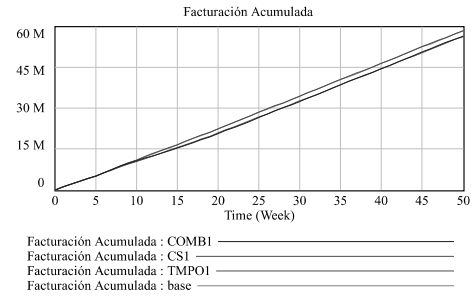
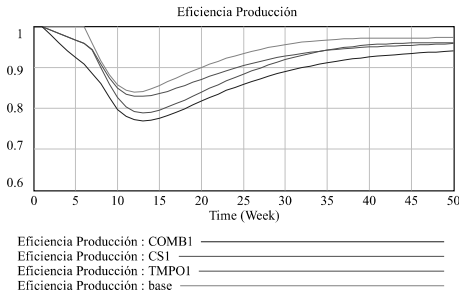


Figura 8. Gráficas para “Eficiencia de Producción” y “Facturación Acumulada” en diferentes condiciones de simulación.

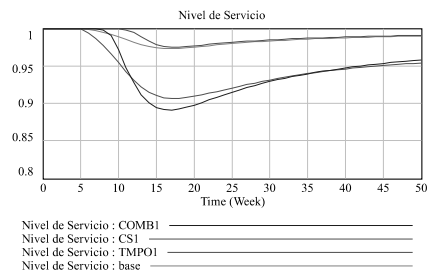
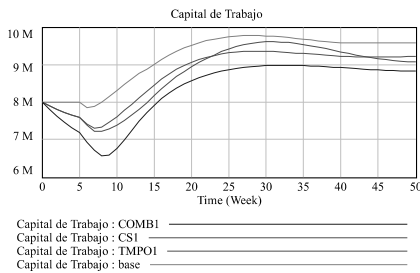


Figura 9. Gráficas para “Capital de Trabajo” y “Nivel de Servicio” en diferentes condiciones de simulación.

Puede observarse en la Figura 8 que si bien la eficiencia de producción disminuye con el aumento de la demanda a partir de la quinta semana, cualquiera de las decisiones tomadas sobre cubrimiento de seguridad o tiempo de procesamiento de orden disminuye aún más dicha eficiencia. Se debe anotar que el comportamiento de este indicador, que puede dar lugar a una percepción de ineficacia por parte del encargado de producción, no

depende, en este caso, de las decisiones de este último, sino de las decisiones tomadas en otra parte del sistema.

De la Figura 8 puede deducirse también que una reducción en el cubrimiento de seguridad ocasiona no solamente una disminución en el costo acumulado de inventario sino también una reducción en la facturación acumulada. Por otra parte la factu-

ración no se ve afectada por una reducción en el tiempo de procesamiento de orden.

La Figura 9 muestra que la disminución en el cubrimiento de seguridad origina los mejores resultados en cuanto a necesidades de capital de trabajo (valoración de inventarios) pero los peores resultados en cuanto a nivel de servicio al cliente (despachos/pedidos cliente).

Al revisar todos estos resultados surgen las preguntas: ¿Cuál sería entonces la mejor decisión que hubiera podido tomar el director de Logística? ¿Reducir el cubrimiento de seguridad? ¿Reducir el tiempo de procesamiento de orden? ¿Reducir ambos simultáneamente? Si nos fijáramos únicamente en el objetivo de reducir el costo acumulado de inventario, la mejor decisión hubiera sido reducir ambos parámetros simultáneamente, pero los resultados obtenidos para los otros indicadores nos llevan a preguntas adicionales: ¿Cómo se compara el ahorro en costos obtenido contra la disminución en la Facturación? ¿Es importante el tema de liquidez (capital de trabajo) dentro de la situación específica? ¿Qué tan importante es el servicio al cliente? ¿Resulta “llevadero” un nivel de servicio cercano al 90% como el que se obtiene al reducir el cubrimiento de seguridad? Las respuestas a estas preguntas dependerán de los objetivos estratégicos de la organización y de qué tan conscientes son aquellos que toman decisiones respecto a la alineación de los objetivos que persiguen con los objetivos estratégicos, y a la validez de las relaciones causa-efecto que establezcan entre inductores de actuación y resultados. Un modelo mental am-

plio que incluya estos aspectos y tenga en cuenta la complejidad dinámica presente en la situación, permitirá llevar a cabo transacciones entre objetivos operativos que resulten en un adecuado, no necesariamente óptimo, comportamiento de los resultados en el mediano y largo plazo, equilibrando el habitual énfasis en la eficacia y la eficiencia con la relevancia que debiera tener lo que Checkland y Scholes (1994) denominan efectividad, es decir, la contribución de los logros de hoy a la consecución de los objetivos de largo plazo. La búsqueda de transacciones que logren soluciones adecuadas en lugar de soluciones óptimas es recalcada por Simon (1989):

Reconciliar puntos de vista alternativos y estimaciones diferentes de los valores se torna un poco más fácil si adoptamos un punto de vista satisfactorio: si buscamos soluciones lo suficientemente buenas en lugar de insistir en que sólo las mejores habrán de tener resultado. Quizá sea posible, y a menudo lo es, encontrar vías de acción que toleren casi todos los integrantes de una organización o sociedad, y que incluso agraden a muchos, siempre que no seamos perfeccionistas y no exijamos lo óptimo.

CONCLUSIONES

La dinámica de sistemas es una herramienta metodológica que contribuye a hacer explícitas las relaciones causa-efecto entre los indicadores llamados “inductores de actuación” y los indicadores de resultado. El hecho de establecer un modelo matemático para estas relaciones, que sea susceptible de simulación, constituye un apoyo significativo para mitigar las

consecuencias de las limitaciones asociadas con el principio de racionalidad limitada sobre la calidad de las decisiones directivas en una organización, y permite visualizar las transacciones que deben llevarse a cabo entre los diferentes objetivos con el fin de conseguir un desempeño adecuado, no necesariamente óptimo pero sí suficientemente robusto y viable, en el logro de los objetivos estratégicos.

BIBLIOGRAFIA

Beltrán, Jesús M. (2000); *Indicadores de gestión*, 3R Editores.

Bohm, David (1998); *La totalidad y el orden implicados*, Kairós.

Brown, Mark G. (1996); *Keeping Score*. Quality Resources.

Checkland, Peter, Scholes, Jim (1994); *La metodología de los sistemas suaves en acción*, Noriega Editores.

Kaplan, Robert S., Norton, David P. (2000); *Cuadro de mando integral*, Gestión 2000.

Kaplan, Robert S., Norton, David P. (2001); *Cómo utilizar el cuadro de mando integral*, Gestión 2000.

Keebler, James S., Durtsche, David A. (1999); *Keeping Score: Measuring the Business Value of Logistics in the Supply Chain*, Council of Logistics Management.

Niven, Paul R. (2002); *Balanced Scorecard Step by Step*, John Wiley & Sons.

Simon, Herbert A. (1957); *Administrative Behavior: a Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations*, Macmillan.

Simon, Herbert A. (1989); *Naturaleza y límites de la razón humana*, Fondo de Cultura Económica.

Sterman, John D., (2000); *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Irwin McGraw-Hill.

Thomas, Lewis (1974). *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*, Viking Press.

CURRÍCULO

Fernando Antonio Arenas Guerrero. Ingeniero Químico, Universidad Nacional – Bogotá. M.Sc. en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional – Bogotá. Especialización en Sistemática, Universidad del Valle. Veinte años de experiencia empresarial en compañías como Croydón S.A., Productos Petroquímicos S.A., Cabot Colombiana S.A. y Rubbermix S.A., desempeñando la Gerencia de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Producción, Gerencia de Operaciones y Gerencia Técnica. Docente en pregrado y posgrado en las Universidades ICESI y Javeriana, en los campos de Gestión del Cambio, Aprendizaje Organizacional, Pensamiento Sistemático, Gestión del Riesgo, Dinámica de Sistemas y Simulación. Asesor de la Dirección de Crédito Público y Tesorería del Ministerio de Hacienda y del Banco de la República en el desarrollo e implementación de modelos macroeconómicos y financieros. 🌻