

FACTIBILIDAD EN OBJETIVOS MÚLTIPLES ¹

FEASIBILITY IN MULTIPLE OBJECTIVES

Raúl Alberto Ercole

Contador Público y Licenciado en Administración en
Facultad Ciencias Economicas - Univ. Nacional de Córdoba - Argentina
Profesor de Costos en FCE - Univ. Nacional de Córdoba y Católica de Córdoba
Prof. del Posgrado en Inst. Arg. de Profesores Universitarios de Costos - IAPUCO
Dirección: Hipólito Yrigoyen 248 - 8° "B" - Córdoba – Argentina
Cód. Postal: X5000JHP
E mail: raul_u@ciudad.com.ar
Teléfono: 54-351-424-2287

RESUMEN

En general las organizaciones se plantean distintos objetivos. No es común la unicidad en la meta organizacional. Podrán, sin duda, jerarquizarse los objetivos, y de allí la necesidad de encontrar respuestas adecuadas a un modelo de planeamiento que contemple, justamente, variedad de objetivos que de alguna manera se intentan cumplir pero que en reiteradas oportunidades el acrecentamiento de uno lleva consigo el desmedro de otro u otros. El objetivo del presente trabajo es presentar un modelo - entre los tantos que sería factible analizar - que permita efectuar el planeamiento de múltiples objetivos priorizados con algún criterio de la organización, en este caso un micro emprendimiento de fabricación de un nuevo producto. Es en esta parte en donde la aplicación de métodos cuantitativos de gestión puede aportar una valiosa herramienta para una planificación adecuada. Más concretamente, la programación matemática (lineal, no lineal, entera, de metas) es de aplicación concreta como modelo prescriptivo (que busca optimizar la solución) en un caso de planeamiento de objetivos múltiples. La última parte del trabajo contempla un ejemplo con aplicación de la técnica descrita para un emprendimiento en el que se desea maximizar su participación en el mercado y su utilidad mensual (objetivos en conflicto), con una serie adicional de restricciones y metas y teniendo como variables de decisión al precio, la inversión en marketing, la política de financiación de ventas y la mezcla de insumos de diferente calidad. La conclusión destaca la importancia de los métodos cuantitativos de gestión para lograr una solución que contemple de la mejor manera posible los objetivos propuestos.

Palabras clave: Factibilidad. Objetivos. Programación. Emprendimiento.

RESUMO

Em geral, as organizações estabelecem diferentes objetivos. Não é comum a unicidade na meta organizacional. Poderão, colocar em ordem hierárquica os objetivos e, a partir daí, precisam encontrar respostas adequadas a um modelo de planejamento que contemple uma variedade de objetivos que de alguma maneira tentem cumprir, mas que em reiteradas oportunidades o fortalecimento de uma leva consigo o detrimento de outro ou outros. O objetivo do presente trabalho é apresentar um modelo, entre tantos que seria possível analisar, que permita efetuar o planejamento de múltiplos objetivos, priorizados com algum critério da organização, neste caso, um micro empreendimento de fabricação de um novo produto. É

¹ Trabajo presentado no III Congreso de Costos del Mercosur, realizado em Colonia del Sacramento - Uruguay, no período de 28 a 29 ago. 2006.

neste sentido que a aplicação de métodos quantitativos de gestão pode representar uma valiosa ferramenta para uma adequada planificação. A programação matemática (linear, não linear, integral, de metas) é de aplicação concreta como modelo prescritivo (que procura otimizar a solução), num caso de planeamento de objetivos múltiplos. O trabalho contempla um exemplo com aplicação da técnica descrita para um empreendimento, no qual se deseja maximizar sua participação no mercado e sua utilização mensal (objetivos em conflito), com uma série adicional de restrições e metas e tendo como variáveis de decisão do preço, o investimento, a política de financiamento de vendas e a mistura de insumos de diferentes qualidades. Na conclusão destaca-se a importância dos métodos quantitativos de gestão para conseguir uma solução que contemple da melhor maneira possível os objetivos propostos.

Palavras clave: Possibilidade. Objetivos. Programação. Empreendimento.

ABSTRACT

In general, organizations establish different objectives. Singleness in the organizational goal is not common. The objectives can be, without a doubt, ordered hierarchically, and thus originate a need to find appropriate answers to a planning model that contemplates, justly, variety of objectives to be attempted at somehow, but, repeatedly, the enhancement of one leads to the detriment of another or other ones. In this article, we present a model –among so many feasible to be analyzed - which allows to carry out planning for multiple objectives prioritized by some criterion of the organization, in this specific case, a micro enterprise of manufacturing a new product. It is in that part that the application of quantitative methods of management can constitute a valuable tool for an appropriate planning. Particularly, mathematical programming (linear, non-linear, integral, of goals) is an example of concrete application of a prescriptive model (that tries to optimize the solution) in a case of multiple objectives planning. The last part of the study considers an example of application of the technique described for an enterprise in which one wants to maximize one's participation in the market and one's monthly use (objectives in conflict), with an additional series of restrictions and goals, and having as variables of decision on price, investment in marketing, the policy for sales financing and the mixture of raw materials of different qualities. The conclusion emphasizes the importance of quantitative methods for management to reach a solution that contemplates the proposed objectives in the best possible way.

Keywords: Feasibility. Objectives. Programming. Enterprise.

1 INTRODUCCIÓN

Las decisiones organizacionales, mucho tiempo resueltas por el sistema de "administración por crisis", se han trastocado por los mayores niveles de complejidad, fruto de la realidad económica del mundo en general, y no pueden ser tomadas ya aisladamente y con la base intuitiva, sino dentro de un marco estratégico que responda a los objetivos organizacionales.

Toda organización o todo ente tiene una multiplicidad de objetivos, respondiendo a las necesidades o misiones previamente establecidas. Dichos objetivos, en distintos niveles de jerarquía están también expandidos hacia el futuro y para arribar a ellos debe seguirse una estrategia y una planificación que, además, debe ser continuamente revisada.

El análisis estratégico incluye un planeamiento a largo plazo (con objetivos de cumplimiento mediato) y otro a corto plazo (con objetivos de más cercana concreción).

Pero en la práctica, muchos de esos objetivos deben ir construyéndose sucesivamente, o en etapas o escalonadamente, por lo que muchas veces existe una zona gris que no diferencia tan claramente el corto del largo plazo.

En general las organizaciones se plantean distintos objetivos. No es común la unicidad en la meta organizacional. Podrán, sin duda, jerarquizarse los objetivos, y de allí la necesidad de encontrar respuestas adecuadas a un modelo de planeamiento que contemple, justamente, variedad de objetivos que de alguna manera se intentan cumplir pero que en reiteradas oportunidades el acrecentamiento de uno lleva consigo el desmedro de otro u otros.

La programación multiobjetivo constituye un enfoque multicriterio de gran potencialidad cuando el contexto decisional está definido por una serie de objetivos a optimizar que deben de satisfacer un determinado conjunto de restricciones. Como la optimización simultánea de todos los objetivos es usualmente imposible, pues en la vida real entre los objetivos que pretende optimizar un centro decisor suele existir un cierto grado de conflicto, el enfoque multiobjetivo en vez de intentar determinar un óptimo existente pretende establecer el conjunto de soluciones eficientes o Pareto óptimas.

La programación por metas es un enfoque para tratar problemas de decisión gerencial que comprenden metas múltiples, a menudo contrapuestas, dentro de la estructura general de programación lineal. Una ventaja importante de la programación de metas es su flexibilidad en el sentido que permite al tomador de decisiones, experimentar con una multitud de variaciones de las restricciones y de prioridades de las metas cuando se involucra con un problema de decisión de objetivos múltiples.

El objetivo del presente trabajo es presentar un modelo - entre los tantos que sería factible analizar - que permita efectuar el planeamiento de múltiples objetivos priorizados con algún criterio de la organización, en este caso un micro emprendimiento de fabricación de un nuevo producto. Justamente se intenta destacar la importancia de la utilización del modelo como herramienta para análisis del plan de negocios.

Es importante recalcar que la programación por metas proporciona una solución que "satisface" los objetivos múltiples en vez de soluciones que optimicen todos los objetivos. En este punto, quizás sea necesario aclarar la diferencia que se sostendrá en el trabajo referente a los vocablos "meta" y "objetivo".

Según el diccionario, "meta" debe entenderse como "fin a que se dirigen los deseos o acciones de alguien" y "objetivo" como "finalidad, intención, propósito". En el lenguaje diario, obviamente ambos vocablos están superpuestos o son casi sinónimos. Simplemente por razones de conveniencia en la organización del trabajo, se conviene en conceptualizar "meta" como finalidad o propósito que se desea cumplir estrictamente en el planeamiento (restricción "dura") y "objetivo" como finalidad o propósito más general que se desea cumplirlo lo mejor posible en el planeamiento (restricción "blanda").

Efectuada la aclaración, puede intuirse fácilmente que toda organización tendrá "metas" y "objetivos" que deben ser contemplados en el planeamiento. El planeamiento contemplará, por supuesto, las descripciones cualitativas (no numéricas) describiendo las acciones y actividades a realizar para el cumplimiento de metas y objetivos propuestos y las descripciones cuantitativas (monetarias y no monetarias) en donde los planes se traducen en números y cálculos.

Es en esta parte en donde la aplicación de métodos cuantitativos de gestión puede aportar una valiosa herramienta para una planificación adecuada. Más concretamente, la programación matemática (lineal, no lineal, entera, de metas) es de aplicación concreta como modelo prescriptivo (que busca optimizar la solución) en un caso de planeamiento de objetivos múltiples, y ello es lo que se intentará aplicar en el presente trabajo. Otros modelos de tipo predictivo (regresión o modelos de serie de tiempo) o descriptivos (simulación)

también son de utilización general en el planeamiento y muchas veces deben combinarse entre ellos para una adecuada programación.

2 LA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

La programación por metas o metodología multiobjetivo está descrita en cualquier libro de programación matemática (BIERMAN, BONINI, HAUSMAN, 2000; RAGSDALE, 2001; ANDERSON, SWEENEY, WILLIAMS, 2004; GOMES, GONZÁLEZ ARAYA, CARIGNANO, 2004; WINSTON, 2005). En cualquiera de esos textos está suficientemente explicada la conceptualización teórica del tema.

Las características de los problemas de optimización (modelo prescriptivo) son "prescribir" políticas óptimas, en el marco de decisiones posibles a concretar, objetivos establecidos y restricciones o limitaciones presentes en toda organización. De tal manera que, en este tipo de problemas, se presentan siempre:

- a) necesidad de entender la organización y vincular adecuadamente las variables que deben ingresar al modelo;
- b) variables de decisión, o sea establecer cuáles han de ser las decisiones que deben tomarse para resolver adecuadamente el problema (en este caso el planeamiento);
- c) establecer el o los objetivos a cumplir (que, como se expresó, para este trabajo son aquellos que se desea alcanzar de la mejor manera posible o de la manera más cercana al óptimo);
- d) establecer las restricciones que deben respetarse (y las "metas" que deben cumplirse estrictamente), como limitaciones al planeamiento que se efectúa.

Entendido el problema y vinculadas correctamente las variables de decisión, los objetivos y las restricciones, el modelo debe brindar la solución óptima para las variables decisorias. Para el caso concreto de objetivos múltiples, a veces encontrados entre sí, existen varias técnicas o procedimientos. Algunos de ellos están referidos a optimizar los desvíos (en todo caso porcentuales si los objetivos tienen diferente unidad de medida) ponderados por su importancia relativa respecto a "metas" concretas que se plantearon en la organización.

Otro tipo de procedimiento pretende definir un objetivo único (colocando los demás como restricciones "duras" en un nivel mínimo), o definir un intercambio entre los distintos objetivos (supone también objetivos "duros" y unidad de medida común entre los objetivos, por ejemplo valores monetarios) o establecer prioridades entre los objetivos (optimizando en pasos, indicando el orden en que deben satisfacerse los objetivos, en donde el primero que se optimiza es el prioritario y los demás se subordinan a la solución anterior).

Sin embargo, son muy interesantes otras técnicas (por su flexibilidad y adecuación a distintas circunstancias que pueden presentar las organizaciones) que apuntan hacia el análisis de desvíos respecto a soluciones óptimas de cada objetivo en particular. De esta característica es la que se ejemplificará en el trabajo.

Efectuado este análisis, se considera conveniente insertar un ejemplo para que el lector pueda efectuar un enlace adecuado entre las conceptualizaciones y la realidad de un planeamiento en particular.

3 EJEMPLO PROPUESTO

El trabajo es una aplicación concreta a un caso real. Es un emprendimiento para fabricación de carteras de cuero. El trabajo tiene como objetivo mostrar la aplicación de la metodología multiobjetivo a ese caso concreto.

Se trata de un emprendimiento en el que se desea efectuar un planeamiento de múltiples objetivos y que presenta las siguientes características para un nuevo producto el cuál está en fase de análisis del plan de negocios:

a) Función de demanda

La demanda en unidades del producto (variable dependiente) está en función de las siguientes variables independientes:

- a) precio del producto;
- b) inversión en marketing;
- c) financiamiento (número de cuotas ofrecidas);
- d) índice de calidad.

Con la primera de ellas la relación es inversa y con las siguientes es directa. La relación entre las variables será establecida linealmente por simplicidad del modelo. Es decir, del tipo:

$$z = a + b x_1 + c x_2 + d x_3 + e x_4$$

La organización presupuesta que es factible vender 60 unidades mensuales del producto (carteras de cuero) a un precio de \$ 80, con una inversión de \$ 1.000 en marketing, en 2 cuotas (mitad contado y mitad a 30 días) y con índice de calidad del 80% (estimación base).

Las relaciones de cambio en la demanda con cada una de las variables tomadas independientemente se estiman en la organización como sigue (desde la estimación base):

- a) relación con el precio: cada \$ 10 de cambio en el precio se supone un cambio en la demanda de 15 unidades (en sentido inverso);
- b) relación con la inversión en marketing: cada \$ 500 de crecimiento en inversión en marketing aumenta la demanda en 20 unidades y viceversa (con \$ 2.000 de inversión se venderían 100 unidades);
- c) relación con la cantidad de cuotas de financiamiento, siempre partiendo del cálculo base con las otras variables sin modificación:

1 cuota	demanda 50 unidades
2 cuotas	demanda 60 unidades
3 cuotas	demanda 70 unidades
4 cuotas	demanda 80 unidades
- d) relación con el índice de calidad:

índice de calidad 60%	demanda 40 unidades
índice de calidad 80%	demanda 60 unidades
índice de calidad 100%	demanda 80 unidades

Con estas estimaciones, se efectúa una estimación de demanda que contemple simultáneamente las distintas relaciones de todas las variables independientes en forma conjunta con la variable dependiente.

Las relaciones finales de la función demanda quedan con los coeficientes siguientes (Cuadro 1).

PLANEAMIENTO	
Demanda en unidades - Coeficientes	
Intercepción	40
Precio	-1,5
Inv Mark	0,04
Cuotas	10
Calidad	100

Cuadro 1 - Demanda

$$z = 40 - 1,5 * x_1 + 0,04 * x_2 + 10 * x_3 + 100 * x_4$$

Siendo:

z = demanda mensual en unidades

x₁ = precio unitario en pesos

x₂ = inversión en marketing en pesos

x₃ = número de cuotas de financiación

x₄ = índice de calidad

En otras Organizaciones pueden considerarse, de hecho, otros factores o variables que afecten a la demanda, como:

- perspectivas de la economía nacional (lo que podría expresarse en índices, coeficientes o porcentajes);
- ciertos indicadores económicos o del mercado en cuestión;
- capacitación del personal;
- precio de productos sustitutos.

Y/o otras que en cada caso puedan ser importantes (políticas regulatorias, por ejemplo).

b) Costos y calidad

En el ejemplo planteado, las posibilidades con relación a los costos variables son:

- cuero - calidad A (superior) \$ 25 por unidad o calidad B (inferior) \$ 17 por unidad;
- herrajes - calidad A (superior) \$ 5 por unidad o calidad B (inferior) \$ 3 por unidad;
- forro - calidad A (superior) \$ 4 por unidad o calidad B (inferior) \$ 2 por unidad.

Es factible técnicamente elegir para cada insumo el tipo de calidad, con lo que se lograrían calidades intermedias. Concretamente, el índice de calidad se establece como el cociente entre el costo variable promedio y el costo variable óptimo en calidad. Por ejemplo, si se utiliza insumos calidad A en el cuero, insumos calidad B en herrajes e insumos calidad B en el forro, el índice de calidad sería:

$$\text{Índice de calidad} = (25 + 3 + 2) / (25 + 5 + 4) = 30 / 34 = 88,24\%$$

La mano de obra de confección de la cartera más otros insumos menores son costos variables de \$ 21 por unidad.

Los costos fijos mensuales de la organización están estimados en \$ 2.500 (\$ 1.500 de sueldos de administración y \$ 1.000 de costos generales y administrativos).

c) Variables de decisión

En función de los datos suministrados en el ejemplo, son variables de decisión:

- a) precio;
- b) inversión en marketing;
- c) número de cuotas;
- d) calidad a utilizar en los materiales.

d) Inversión necesaria

La organización estima que para un desenvolvimiento adecuado en el planeamiento de este producto necesita una inversión variable (capital de trabajo) estimada de acuerdo al ciclo financiero en estos términos:

- a) financiación de ingresos = 15 días (rotación) + 15 * n° de cuotas – 15;
 - b) financiación de egresos = no existe (se considera pagos al contado);
 - c) capital de trabajo necesario = (Fi - Fe) * Total de costos mensuales * 12 / 365
- Siendo:
- Fi = días de financiación de ingresos
 - Fe = días de financiación egresos

En el financiación de ingresos se estima que con una cuota los costos no tienen financiación, con 2 cuotas 15 días (mitad al contado y mitad a 30 días), con 3 cuotas 30 días y así sucesivamente. Este esquema responde a la fórmula:

$$\text{Días de financiación} = 15 * n^{\circ} \text{ de cuotas} - 15$$

Dado que no existe en este caso la inversión fija, la inversión total necesaria, consecuentemente, queda estimada así:

$$\text{Inversión} = \text{inversión fija} + \text{inversión variable} = 0 + \text{capital de trabajo}$$

e) Restricciones y metas a cumplir

La organización considera las siguientes restricciones:

- a) el precio mínimo es de \$ 60 y el precio máximo de \$ 130;
- b) la inversión en marketing mínima es \$ 1.000 y la máxima \$ 3000;
- c) el número de cuotas mínimo es 1 (contado) y el máximo es 4;
- d) el número de cuotas debe ser número entero;
- e) el modelo exige que las variables de elección de calidad de materiales sean binarias;
- f) la suma de las variables binarias de cada tipo de material debe ser igual a uno (opción);
- g) todas las variables de decisión deben ser no negativas.

Además, la organización establece como metas a cumplir:

- a) el máximo capital de trabajo a utilizar debe ser \$ 12.000;

- b) se podrían poner restricciones adicionales, como por ejemplo que el resultado no arroje pérdida.

f) Objetivos

La Organización establece como objetivos a maximizar:

- a) la participación de mercado, medida en unidades vendidas;
b) la utilidad mensual.

4 OPERATORIA PROPUESTA Y MODELO

De acuerdo al modelo de optimización propuesto, cada objetivo debe ser optimizado individualmente (sin tener en cuenta los otros) como primera respuesta del modelo. Con posterioridad, debe optimizarse (en este caso minimizarse) la suma o el promedio de los desvíos porcentuales ponderados con relación al óptimo de cada objetivo.

La ponderación queda a cargo de los responsables de la decisión final en la Organización. Desde el punto de vista matemático, la expresión del modelo es:

Variables de decisión

$x_1, x_2, x_3, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$

Siendo

x_1 = precio unitario en pesos
 x_2 = inversión en marketing en pesos
 x_3 = número de cuotas de financiación
 b_1 = binaria del cuero calidad A
 b_2 = binaria del cuero calidad B
 b_3 = binaria del herraje calidad A
 b_4 = binaria del herraje calidad B
 b_5 = binaria del forro calidad A
 b_6 = binaria del forro calidad B

Índice de calidad

$x_4 = (25 * b_1 + 17 * b_2 + 5 * b_3 + 3 * b_4 + 4 * b_5 + 2 * b_6) / 34$
 (costo promedio / costo de mayor calidad)

Objetivo participación de mercado (unidades de demanda)

$z = 40 - 1,5 * x_1 + 0,04 * x_2 + 10 * x_3 + 100 * x_4$

Siendo

z = demanda en unidades
 x_1 = precio unitario en pesos
 x_2 = inversión mensual en marketing en pesos
 x_3 = número de cuotas de financiación
 x_4 = índice de calidad

Capital de trabajo

inversión fija = \$ 0

capital de trabajo = $(F_i - F_e) * \text{Total de costos mensuales} * 12 / 365$

Siendo:

F_i = días de financiación de ingresos = $15 + 15 * x_3 - 15$

F_e = días de financiación egresos = 0

Objetivo del resultado

A su vez, la utilidad planeada debe ser calculada como:

Ventas = $x_1 *$

menos: costos variables cuero = $(25 * b_1 + 17 * b_2) * z$

menos: costos variables herrajes = $(5 * b_3 + 3 * b_4) * z$

menos: costos variables forro = $(4 * b_5 + 2 * b_6) * z$

menos: MO y otros insumos = $21 * z$

menos: costos fijos = 2.500

menos: inversión en marketing = x_2

Restricciones

a) $x_1 \geq 60$ y $x_1 \leq 130$ (precio)

b) $x_2 \geq 1.000$ y $x_2 \leq 3.000$ (inversión en marketing)

c) $x_3 \geq 1$ y $x_3 \leq 4$ (cuotas)

d) x_3 entero

e) $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ = binarias

f) $b_1 + b_2 = 1$

g) $b_3 + b_4 = 1$

h) $b_5 + b_6 = 1$

i) no negatividad de variables de decisión

j) capital de trabajo ≤ 12.000

El modelo queda establecido matemáticamente de la manera descripta y buscará optimizar, como se expresó, cada objetivo por separado. Por sus características intrínsecas, el modelo NO es lineal. La linealidad debe presentarse tanto en objetivos como en restricciones. En el modelo:

- a) el objetivo de participación de mercado (demanda en unidades) es lineal;
- b) el objetivo de resultado no es lineal;
- c) la restricción del capital de trabajo no es lineal.

Cualquier software de programación produce informes de linealidad, de modo que es factible observar cuáles son las celdas de una hoja de cálculo que anulan la condición de linealidad.

La condición de no linealidad dificulta la solución, pues un programa de programación no lineal produce mucho menos información decisoria, produce a veces soluciones no óptimas (el programa ve "óptimos locales" en lugar del "óptimo global") y necesita ser corrido en sucesivas oportunidades partiendo desde soluciones iniciales diferentes para asegurar que se obtuvo el óptimo global.

En muchos casos, sin embargo, debe hacerse frente a los desafíos de la no linealidad, por la complejidad de los datos de cualquier Organización.

5 OPTIMIZACIÓN DE OBJETIVOS

La solución a este caso se efectuó por Solver en Excel, pero existen numerosos softwares de aplicación de la programación matemática (los resultados de los Cuadros son la solución por Solver).

a) Objetivo: participación de mercado

El primer paso es maximizar uno de los objetivos: la participación de mercado (unidades vendidas). Corriendo el programa en sucesivas oportunidades, se obtuvo (Cuadro 2).

Resumen	
Precio	\$ 60,00
Inversión en marketing	\$ 3.000,00
Cuotas	1
Indice de calidad	100,00%
Capital de trabajo	\$ 7.594,52
Demanda	180,00
Resultado	\$ -4.600,00

Cuadro 2 - Solución objetivo participación de mercado

Todas las restricciones quedan satisfechas y el resultado indica la demanda máxima que se puede alcanzar con las relaciones de este modelo y las restricciones impuestas. Esta solución del modelo prioriza, como se expresó, la cantidad de unidades vendidas

b) Objetivo: resultado

Al privilegiar el resultado y desdeñar el otro objetivo evidentemente la solución tiende hacia la búsqueda de un resultado más acorde. Los valores son (Cuadro 3).

Resumen	
Precio	\$ 120,83
Inversión en marketing	\$ 3.000,00
Cuotas	2
Indice de calidad	100,00%
Capital de trabajo	\$ 10.781,51
Demanda	98,75
Resultado	\$ 1.001,04

Cuadro 3 - Solución objetivo resultado

Analizados por separado los 2 objetivos propuestos en el planeamiento, debe ahora decidirse algún procedimiento para la solución final.

6 SOLUCIÓN PROPUESTA

Como se pudo observar en el desarrollo del caso propuesto, los objetivos entran en conflicto al buscar la optimización general. Por lo tanto, se intentará buscar una solución final que contemple el mínimo desvío posible hacia los objetivos optimizados.

El cálculo de desvíos debe ser porcentual, pues los objetivos están expresados en diferentes unidades de medida: participación de mercado en unidades y Resultado en pesos. Además de porcentual, los desvíos deben ser ponderados en su importancia y ello está en un todo acorde a los objetivos organizacionales del corto o largo plazo.

En efecto, una organización determinada podrá efectuar el planeamiento con un sentido de inserción en el mercado o privilegiando la maximización monetaria. También podrá ocurrir que en el planeamiento a corto plazo se busquen objetivos que en el largo plazo serán transformados a otros (inserción en el mercado y calidad primero para una maximización de utilidades posterior).

Por lo tanto, la organización decide sus prioridades. De tal modo que la solución final debe ser una función que debe minimizarse y que es el promedio (o simplemente la suma) de los desvíos porcentuales ponderados de cada objetivo respecto a su valor óptimo ya obtenido.

El desvío porcentual puede ser calculado en relación al valor óptimo - como se realiza en el caso - o en relación al máximo desvío posible (diferencia entre el mejor y el peor resultado de cada objetivo, en valores absolutos). La ponderación es totalmente arbitraria, a juicio de la Organización y el resultado final sólo indica el menor desvío promedio para la ponderación elegida.

No debe, bajo ningún concepto, buscarse un menor valor final único con distintas ponderaciones. La ponderación es anterior a la búsqueda del menor desvío promedio. Si luego se cambia la ponderación, variará por cierto el desvío promedio, pero éste no es comparable con el primero, pues nacen de diferente ponderación (que como en definitiva son los objetivos globales de la organización, nacen previamente a la búsqueda de la óptima solución).

Sólo con fines ejemplificativos, se supone que la organización tiene las siguientes prioridades: a) la participación en el mercado; b) el Resultado. Y por tal motivo ponderará el desvío de participación por 3 y el desvío de Resultado por 1 (recuérdese que la función a optimizar debe minimizarse). Bajo estas prioridades, la solución final queda expuesta de esta manera (Cuadro 4).

Resumen	
Precio	\$ 112,49
Inversión en marketing	\$ 3.000,00
Cuotas	2
Indice de calidad	100,00%
Capital de trabajo	\$ 11.460,30
Demanda	111,26
Resultado	\$ 896,66

Cuadro 4 - Solución final

Esta solución produce el desvío promedio mínimo para esta ponderación y es el siguiente (Cuadro 5).

Objetivos	Óptimo	Real	Desvío %	Ponder	Desv Pond
Demanda	180,00	111,26	38,19%	3	114,56%
Result	\$ 1.001,04	\$ 896,66	10,43%	1	10,43%
				Suma	124,99%
				Pomedio	62,49%

Cuadro 5 - Desvío promedio

Obvio es concluir que al cambiar la ponderación se producirá un resultado distinto, con un desvío promedio diferente y con resultados distintos para las variables de decisión.

Se insiste una vez más que el nuevo desvío que se calcule no será mejor ni peor que el anterior, simplemente porque no son comparables dado que provienen de distintas ponderaciones (distintos objetivos globales organizacionales).

También debe aclararse que la ponderación es facultad absoluta del decisor. No debe ser necesariamente, por lo tanto 3 y 1. Podrá ser 5 y 1. O cualquier otro número. Siempre debe ponderarse cada objetivo sobre su importancia con relación a los otros.

7 CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo es simple y concreto. Tan sólo exponer una de las posibles metodologías (quizás la más flexible y que por lo tanto puede ser adecuada a diferentes estrategias organizacionales) para el planeamiento con múltiples objetivos.

Las decisiones de entes y empresas tienden a una complejidad creciente y la aplicación de métodos cuantitativos de gestión, si bien no son la panacea ni nada que se parezca, contribuyen sin duda alguna a mejorar el proceso decisorio. La "administración por crisis" o la "gestión intuitiva" seguramente conducirán a decisiones de menor calidad y, consecuentemente, quizás peores resultados finales para los objetivos de las Organizaciones.

El caso presentado es ilustrativo, incluso como metodología para el análisis de su viabilidad económica. No es posible hacer desarrollos teóricos pues en ese caso no estaría haciendo un desarrollo personal, sino transcribiendo lo que los libros que tratan programación matemática lo hacen.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, David; SWEENEY, Dennis; WILLIAMS, Thomas. Métodos cuantitativos para los negocios. 9. ed. México: Internacional Thomson Editores, 2004.

BIERMAN, Harold; BONINI, Charles; HAUSMAN, Warren. Análisis cuantitativo para los negocios. 9. ed. Bogotá: Irwin - McGraw Hill, 2000.

GOMES, Luiz Flávio; GONZÁLEZ ARAYA, Marcela Cecília; CARIGNANO, Cláudia. Tomada de decisões em cenários complexos. São Paulo: Thomson, 2004.

RAGSDALE, Cliff T. Spreadsheet modeling and decision analysis. 3. ed. Cincinnati/Ohio: South Western College Publishing, 2001.

WINSTON, Wayne L. Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos. México: Internacional Thomson Editores, 2005.

Artigo recebido em 07/07/06 e aceito para publicação em 01/08/06.