



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

## Variantes de la programación multiobjetivo

Raúl Alberto Ercole, Claudia Etna Carignano

Capítulo del Libro Aplicación de multi-metodologías para la gestión y evaluación de sistemas sociales y tecnológicos, 1º ed. publicado en 2014 - ISBN 978-987-1436-90-3



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

# VARIANTES DE LA PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO

RAÚL ALBERTO ERCOLE

CLAUDIA ETNA CARIGNANO

**Palabras clave:** variantes – Programación multiobjetivo – aplicación salud

## 1. INTRODUCCION

Se hace constar que el texto base de este capítulo ha sido presentado en carácter de full paper en el XXXVI Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos realizado en Santa Rosa de La Pampa, Argentina, durante el año 2013. En esa oportunidad fue sometido a referato y aceptado por el comité científico del evento.

Las decisiones forman parte de la realidad económica del mundo en general, y no pueden ser tomadas aisladamente y con la base intuitiva de la "administración por urgencias", sino dentro de un marco estratégico racional que responda a la misión y 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.

Los objetivos pueden jerarquizarse, 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 o algunos lleva consigo el desmedro de otro u otros.

La programación multiobjetivo constituye un enfoque multicriterio de gran potencialidad cuando el contexto decisorio 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 entre los objetivos que se pretende optimizar suele existir un cierto grado de conflicto, el enfoque multiobjetivo en vez de intentar determinar un óptimo absoluto pretende

establecer el conjunto de soluciones eficientes o satisfactorias en el entorno definido.

Los métodos multiobjetivo (incluyendo la llamada programación por metas) tienen la ventaja de la flexibilidad en el sentido de permitir experimentar al tomador de decisiones variaciones de los modelos o técnicas, de las restricciones y de prioridades. Lo buscado, justamente, es proporcionar una o más soluciones que "satisfagan" los objetivos múltiples razonablemente, dada la imposibilidad de optimizar todos los objetivos.

En la bibliografía específica hay una referencia constante a los vocablos "meta" y "objetivo". 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 factible encontrar objetivos distintos, combinados, priorizados, con énfasis en la rentabilidad o enfatizados hacia otras cuestiones, según la organización elegida y el entorno temporal y espacial de la misma. A título meramente ejemplificativo y no exhaustivo, un listado de objetivos o metas deseadas puede ser el siguiente:

- Capacidad de pago
- Nivel de endeudamiento adecuado
- Autofinanciación
- Rentabilidad adecuada
- Diversificación de ingresos
- Liderazgo
- Rendimiento aceptable sobre capital invertido
- Posibilidad de distribución de dividendos atractivos
- Crecimiento sostenido
- Nivel programado de calidad
- Precio accesible de productos

- Solvencia asegurada
- Sistema de información relacionado a objetivos
- Imagen positiva de la Organización
- Posición ecológica adecuada
- Nivel tecnológico acorde a futuros objetivos
- Logística adecuada
- Creación de valores intangibles y capacidad intelectual
- Servicio al cliente con nivel de satisfacción pretendido
- Responsabilidad social empresaria acorde

Objetivos más específicos se trasladan a los aspectos centrales de cualquier Organización, como el área financiera, económica, de clientes, de procesos internos o de inserción en la comunidad, de modo tal que imaginando los objetivos clasificados por áreas se podrán buscar indicadores o inductores de actuación pertinentes.

La información relevante para decisiones debe permitir medir el grado de cumplimiento del o de los objetivos (eficacia).

En la otra punta del camino, se encuentran los recursos utilizados para el logro (o la falta de logro) de los objetivos definidos. Los recursos, por cierto, se integran con los costos insumidos y el capital (o activos si se prefiere) empleado. Se plantea, pues, una relación entre objetivos y recursos que, pertinentemente evaluada, permite un análisis de eficiencia.

El objetivo del presente trabajo es presentar distintas variantes o modos de analizar el cumplimiento de múltiples objetivos (eficacia) priorizados con algún criterio de la Organización, intentando destacar la importancia de la utilización de los modelos como herramienta para análisis del plan de negocios.

Los modelos cuantitativos de apoyo a las decisiones son sumamente relevantes en la necesidad de brindar servicios profesionales más completos y especializados y de allí que la propuesta se oriente hacia la aplicación concreta de estas metodologías.

## **2. GENERALIDADES DE PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO**

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 o respecto a los óptimos individuales de los objetivos si esa medición es factible.

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).

Otro tipo de técnicas pueden orientarse a establecer el óptimo porcentual posible del grado de cumplimiento conjunto de los objetivos, lo que también puede ser ponderado según la importancia de los mismos para la organización.

En realidad es factible pensar una serie de soluciones técnicamente aceptables que respondan al concepto general de ser "satisfactoria" para el conjunto de objetivos priorizados. El trabajo presenta algunas de las mismas, enfocadas como se expresó hacia la medición de la eficacia en el cumplimiento de objetivos, no pretendiendo de modo alguno manifestar que son todas las soluciones factibles ni menos aún pretender agotar el tema.

Cuando el pensamiento se adentra hacia soluciones concretas de un caso particular aparecen las dificultades, las distintas opiniones o los distintos caminos a recorrer para arribar a una solución satisfactoria, sobre todo teniendo en cuenta que hay objetivos a maximizar y a minimizar, lo que complica el análisis.

Por ello se presentará un caso particular y se ofrecerán las variantes de solución, intentando generalizar las mismas para su utilización en otras situaciones.

### **3. UN EJEMPLO DECISORIO**

Una institución sanatorial tiene, entre sus servicios, la utilización de las salas de cirugía. La Administración ha efectuado un análisis del servicio y ha logrado reunir una serie de datos que pueden resumirse del modo siguiente:

a) la máxima cantidad de horas programadas del servicio en un período es de 250 (disponibilidad máxima), considerando que se liberan horas adicionales a ese tope para las urgencias.

b) el servicio (horas de cirugía) es utilizado por 3 tipos de profesionales:

- profesionales socios de la institución (HS)
- profesionales asociados al servicio mediante convenio de continuidad (HA)

- profesionales externos al sanatorio (HE)
- c) es deseo de la Administración otorgar un mínimo y un máximo de horas del servicio a cada tipo de profesional, para lo que se tiene en cuenta las prioridades lógicas a socios y asociados.
- d) las horas mínimas y máximas establecidas para cada tipo de profesional son (Tabla 1)

Tabla 1 - Horas máximas y mínimas

CONCEPTO	SOCIOS	ASOCIADOS	EXTERNOS
Horas mínimas	62	35	20
Horas máximas	140	90	60

e) la Administración ha calculado el rendimiento promedio para la institución de cada tipo de profesional en cada hora de servicio, ha establecido un índice de preferencia para la utilización de las salas y ha estimado un índice de riesgo de la actividad teniendo en cuenta el grado de conocimiento mutuo y relación entre profesional y sanatorio. Esos datos se resumen en la tabla 2:

Tabla 2 - Indices de objetivos

CONCEPTO	SOCIOS	ASOCIADOS	EXTERNOS
Indice rendimiento hora	100	120	180
Indice preferencia	2	1,5	1
Indice riesgo	0,1	0,15	0,2

f) la Administración desea maximizar el rendimiento y la preferencia y minimizar el riesgo.

g) la ponderación (peso o importancia) debe ser considerada en la siguiente relación:

- RENDIMIENTO índice 2
- PREFERENCIA índice 1,5
- RIESGO índice 1

Lo que supone el doble de peso de rendimiento en relación a riesgo y un 50% más de preferencia respecto a riesgo.

Como se puede observar a simple vista, los objetivos entran en conflicto al buscar la optimización general. Sin embargo, el caso propuesto pretende que la simpleza en cuanto a la variedad de datos y restricciones permita enfocarse más en distintos procedimientos de solución que en la resolución en sí de la decisión particular.

#### 4. LAS DISTINTAS SOLUCIONES

Los problemas de toma de decisión se centran en el proceso de encontrar la mejor alternativa entre varias factibles. Dichas alternativas, en el caso de programación multiobjetivo, son las distintas soluciones satisfactorias que podrá encarar el decisor y se simbolizan como el conjunto A de "m" variantes de decisión:

$$A = \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ \dots\dots\dots(1) \\ Am \end{bmatrix}$$

Dichas soluciones serán elegidas luego de analizada la información del proceso decisorio y tenido en cuenta las variables endógenas y exógenas que hacen a la situación. De hecho, para la elección se operará con un modelo que respete los objetivos organizacionales.

Las soluciones factibles presentadas en el trabajo responden a las siguientes variantes globales, las que a su vez tienen subvariantes o alternativas:

- A1 - Porcentajes de objetivos logrados
- A2 - Porcentajes de desvíos en objetivos
- A3 - Porcentajes de desvíos en metas fijadas

En todos los casos debe operarse con porcentajes, dada lo disímil de las unidades de medida en los objetivos propuestos, no sólo de este caso en particular, sino prácticamente de toda situación que se pretenda analizar en cualquier organización.

Además de porcentual, los cálculos deben ser ponderados en su importancia y ello está en un todo acorde a los objetivos organizacionales del corto o largo plazo. Por lo tanto, la Organización decide sus prioridades.

La ponderación es totalmente arbitraria, a juicio de la Organización y el resultado final sólo indica la mejor solución para la ponderación elegida que, por cierto, puede deducirse de la opinión de los decisores en forma directa o con la aplicación de una metodología multicriterio.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Un método ampliamente utilizado para ayudar al decisor en la fijación de pesos o ponderaciones es AHP (Analytic Hierarchial Process) desarrollado por Thomas Saaty (1980). Se destaca por su alto grado de difusión, principalmente en Estados Unidos. Es uno de los primeros métodos que surgió en el ambiente de las decisiones multicriterio y es hoy, tal vez, el más utilizado. Existe, además, un software específico para aplicación del método: "Expert Choice"

Obvio es concluir que al cambiar la ponderación se producirá generalmente un resultado distinto, pero el mismo 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 y es relativa entre los objetivos. Siempre debe ponderarse cada objetivo sobre su importancia con relación a los otros.

#### **4.1 - (A1) - Porcentajes de objetivos logrados**

La presente variante supone el siguiente desarrollo:

##### **VARIABLES DE DECISION**

- Horas de cada servicio: HS, HA, HE

##### **RESTRICCIONES**

- Horas de cada servicio mayor o igual a mínimas establecidas
- Horas de cada servicio menor o igual a máximas establecidas
- Horas totales de servicio menor o igual a máximas factibles
- Variables no negativas

##### **OBJETIVO**

- En primer lugar se calculan los óptimos y los antióptimos (peores) individuales de cada objetivo, maximizando el rendimiento y la preferencia y minimizando el riesgo.

Para lograr esto se optimiza cada objetivo por separado y se determina el valor de los otros objetivos en cada solución; a continuación se identifica para cada uno de ellos cuál el mejor y el peor valor que pueden asumir.-

Los valores correspondientes se expresan en Tabla 3

Tabla 3 - Óptimos y antióptimos

CONCEPTO	RENDIMIENTO	PREFERENCIA	RIESGO
Optimo	31.600	435	15,45
Peor	14.000	196,50	35,50

- Se establece el óptimo porcentual de cada objetivo en 100%

- Se establece el óptimo porcentual ponderado de cada objetivo multiplicando el valor anterior (100%) por las ponderaciones relativas de cada objetivo, a saber:



- RENDIMIENTO	2 / 4,5 = 0,4444
- PREFERENCIA	1,5 / 4,5 = 0,3333
- RIESGO	1 / 4,5 = 0,2222

es decir cada ponderación dividida la suma de las mismas, con lo que los objetivos porcentuales óptimos quedan en 44,44%, 33,33% y 22,22%, respectivamente.

- Para cada objetivo se obtiene el porcentaje logrado. Para ello, en el caso de maximización se calcula:

$$\% = \frac{\text{Logrado} - \text{Peor}}{\text{Optimo} - \text{Peor}} \dots\dots\dots(2)$$

y en caso de minimización:

$$\% = 1 - \frac{\text{Logrado} - \text{Optimo}}{\text{Peor} - \text{Optimo}} \dots\dots\dots(3)$$

Ambos porcentajes se ponderan de igual forma que los óptimos.

- El único objetivo final queda establecido como la MAXIMIZACIÓN de la suma de porcentajes logrados y ponderados en cada objetivo.

- Se obtiene como solución 140 HS, 50 HA y 60 HE con 30.800 de rendimiento, 415 de preferencia y 33,50 de riesgo lo que representa un porcentaje logrado (ponderado) de:

- RENDIMIENTO	42,42 %
- PREFERENCIA	30,54 %
- RIESGO	2,22 %
- TOTAL	75,18%

#### 4.2 - (A2) - Porcentajes de desvíos en objetivos

La presente variante contempla algunas alternativas:

##### 4.2.1 - (A2 a) - Distancia euclídea con desvíos / máximo desvío

El desarrollo es el siguiente:

VARIABLES DE DECISION

- Idem anterior A1

RESTRICCIONES

- Idem anterior A1

OBJETIVO

- Idem anterior A1 en cuanto a los óptimos porcentuales ponderados y a los porcentajes logrados ponderados.

- El único objetivo final queda establecido como la MINIMIZACION de la distancia euclídea entre el punto "logrado" y el punto "óptimo". Para ello se usa la métrica euclideana calculando la raíz de la suma de los desvíos al cuadrado entre el logrado ponderado y el óptimo ponderado para cada objetivo.

$$Distancia = \sqrt{\sum (Lpp - Opp)^2} \dots\dots\dots(4)$$

Siendo Lpp = logrado porcentual ponderado y Opp = óptimo porcentual ponderado, efectuando la suma para todos los objetivos.

- Cabe aquí aclarar que de manera general la métrica euclideana entre dos puntos se define como la longitud del segmento de recta que une a dichos puntos. En este caso se considera absolutamente aplicable, pues se refiere a la distancia entre dos puntos de un espacio de "n" dimensiones ("n" objetivos, 3 en este ejemplo).<sup>7</sup>

- Dada la fórmula final del objetivo, esta programación es NO LINEAL y se obtiene como solución 140 HS, 65,11 HA y 37,45 HE con 28.554,95 de rendimiento, 415,12 de preferencia y 31,26 de riesgo lo que representa una distancia al óptimo conjunto de 19,33%.

- Cabe acotar que igual solución se obtendría efectuando el cálculo de desvíos porcentuales ponderados respecto a un nuevo óptimo definido como el cero por ciento de desvíos.

#### 4.2.2 - (A2 b) - Distancia euclídea con desvíos / óptimo

Esta variante es absolutamente similar a la planteada como alternativa de la variante A2 - a).

---

<sup>7</sup> La métrica euclidiana pese a ser la más simple de las distancias a determinar y calcular por su relación con otros resultados bien conocidos de las matemáticas; presenta evidentes inconvenientes de aplicación fuera de espacios donde la línea recta sea la menor distancia que conecta a dos puntos.

Un ejemplo más que evidente es nuestra propia Tierra. La forma esférica de la misma y la incapacidad de viajar en línea recta porque habría que hacerlo por debajo del suelo, impiden el uso de este tipo de distancia sobre el planeta. Para ello existen otras métricas como la esférica e incluso, otras más abstractas para casos más complejos.

En el particular de una esfera, la distancia más corta entre dos puntos es el arco que los une.

- No hay diferencias entre las variables de decisión y las restricciones.

- Se calculan los desvíos en relación al óptimo; para el caso de minimización el desvío se calcula como logrado menos óptimo y viceversa en el caso de maximización.

- El desvío porcentual se calcula como desvío / óptimo, tanto para maximización como minimización y se lo pondera por los pesos relativos.

- Dado que el óptimo es el cero % de desvíos, los mismos constituyen la diferencia con el óptimo.

- Se toma el único objetivo a minimizar como:

$$Dis\ tan\ cia = \sqrt{\sum Dpp^2} \dots\dots\dots(5)$$

siendo Dpp el desvío porcentual ponderado de cada objetivo.

- Se obtiene como solución 140 HS, 42,17 HA y 20 HE con 22.660,06 de rendimiento, 363,25 de preferencia y 24,33 de riesgo lo que representa un desvío total del 18,74%.

#### 4.2.3 - (A2 c) - Suma de desvíos porcentuales a máximo desvío

El desarrollo es el siguiente:

##### VARIABLES DE DECISION

- Idem anterior A1

##### RESTRICCIONES

- Idem anterior A1

##### OBJETIVO

- En primer lugar se calculan los óptimos y los antióptimos (peores) individuales de cada objetivo, maximizando el rendimiento y la preferencia y minimizando el riesgo. El máximo desvío de cada objetivo es la diferencia entre óptimo y peor (maximización) o entre peor y óptimo (minimización)

- A continuación se calcula el desvío porcentual ponderado respecto al máximo desvío en cada uno de los objetivos.

- Fórmula de cálculo: para maximización:

$$Dp = \frac{O - L}{Md} * w \dots\dots\dots(6)$$

Siendo "Dp" el desvío ponderado, "O" el óptimo, "L" el logrado, "Md" el máximo desvío y "w" la ponderación relativa del objetivo. Para minimización:

$$Dp = \frac{L - O}{Md} * w \dots\dots\dots(7)$$

- El único objetivo final queda establecido como la MINIMIZACION de la suma de los desvíos porcentuales ponderados de los objetivos.

- Como se puede observar, esta solución es la contracara de la presentada como A1. Allí se obtenía el porcentaje logrado de objetivos (75,18%) y en la presente solución el desvío pertinente (24,82%) por lo que los números finales (solución y objetivos) son iguales a los obtenidos en A1.

4.2.4 - (A2 d) - Suma de desvíos porcentuales a óptimo

- La presente solución es absolutamente similar a la anterior A2 - c) con la diferencia que opera diferente en el cálculo del desvío ponderado. En efecto, en lugar de calcular el mismo en referencia al máximo desvío, lo calcula en referencia al óptimo, tanto en maximización como en minimización.

- La fórmula de cálculo es, entonces:

$$Dp = \frac{O - L}{O} * w \dots\dots\dots(8)$$

para maximización y

$$Dp = \frac{L - O}{O} * w \dots\dots\dots(9)$$

para minimización.

- Al igual que en el caso anterior, el único objetivo final es la suma de los desvíos porcentuales ponderados.

- Se obtiene como solución 140 HS, 90 HA y 20 HE con 28.400 de rendimiento, 435 de preferencia y 31,50 de riesgo lo que representa un desvío total del 27,59%.

4.2.5 - (A2 e) - Desvíos porcentuales / máximo desvío con variable Q

Esta variante opera de igual forma que la nominada como A2 - c) (desvíos porcentuales respecto a máximo desvío, ponderados) pero introduce una nueva variable denominada "Q" o minimax.

- No hay diferencias en lo que respecta a variables de decisión básicas y restricciones básicas.

- La variable Q se establece como otra variable de decisión (adicional) y al mismo tiempo como objetivo a minimizar.

- Se establece una nueva restricción para cada desvío porcentual ponderado:

$$D_{pp} \leq Q \dots\dots\dots(10)$$

lo que asemeja todos los desvíos entre sí (no permite grandes desvíos en un objetivo y pequeño en otro/s).

- Se obtiene como solución 140 HS, 35 HA y 43,81 HE con 26.086,27 de rendimiento, 376,31 de preferencia y 28,01 de riesgo lo que representa un desvío total del 13,92% no desviándose ningún objetivo de este tope.

#### 4.2.6 - (A2 f) - Desvíos porcentuales / óptimo con variable Q

La presente variante es absolutamente igual a la anterior con la diferencia que los desvíos porcentuales se obtienen en relación a cada uno de los óptimos en lugar del máximo desvío.

- No hay diferencias en lo que respecta a variables de decisión básicas y restricciones básicas.

- La variable Q se establece como otra variable de decisión (adicional) y al mismo tiempo como objetivo a minimizar.

- Se establece una nueva restricción para cada desvío porcentual ponderado:

$$D_{pp} \leq Q \dots\dots\dots(11)$$

lo que asemeja todos los desvíos entre sí (no permite grandes desvíos en un objetivo y pequeño en otro/s).

- Se obtiene como solución 140 HS, 35 HA y 24,74 HE con 22.653,49 de rendimiento, 357,24 de preferencia y 24,20 de riesgo lo que representa un desvío total del 12,58% no desviándose ningún objetivo de este tope.

### **4.3 - (a3) - porcentajes de desvíos en metas fijadas**

De acuerdo a lo ya expresado, debe entenderse por "meta" en el presente trabajo como finalidad o propósito que se desea cumplir estrictamente en el planeamiento (restricción "dura").

#### 4.3.1 - (A3 a) - El óptimo de cada objetivo es la meta

Esta variante fija o establece como meta el óptimo de cada objetivo. Si bien la solución final a la que se arrije con la programación por metas puede ser absolutamente similar a la lograda en la programación por

objetivos, el modelo difiere en su diseño y se establece del modo siguiente:

#### VARIABLES DE DECISION

- Horas de cada servicio: HS, HA, HE
- Subdesvíos y sobredesvíos de cada objetivo entre lo logrado y el óptimo.

#### RESTRICCIONES

- Horas de cada servicio mayor o igual a mínimas establecidas
- Horas de cada servicio menor o igual a máximas establecidas
- Horas totales de servicio menor o igual a máximas factibles
- Variables no negativas
- Objetivo logrado + subdesvío - sobredesvío = meta (óptimo) para cada objetivo

#### OBJETIVO

- En primer lugar se calculan los subdesvíos y sobredesvíos porcentuales respecto a la meta (óptimo) en cada objetivo.
- A continuación se calcula los subdesvíos y sobredesvíos porcentuales ponderados; para mantener igual ponderación que en las alternativas anteriores, los pesos se establecen del modo siguiente (Tabla 4)

Tabla 4 - Ponderaciones

#### PONDERACIONES DESEADAS (ABSOLUTAS)

	RENDIMIENTO	PREFERENCIA	RIESGO
Subdesvíos	2	1,5	0
Sobredesvíos	0	0	1

#### PONDERACIONES DESEADAS (RELATIVAS)

	RENDIMIENTO	PREFERENCIA	RIESGO
Subdesvíos	0,444444444	0,333333333	0
Sobredesvíos	0	0	0,222222222

El único objetivo final es la minimización de la suma de los sub y sobredesvíos porcentuales ponderados de todos los objetivos.

- - Se obtiene como solución los mismos valores de la alternativa A2 - d) referida a la suma de desvíos porcentuales a óptimo.

#### 4.3.2 - (A3 b) - Metas preestablecidas

La presenta variante contempla el caso de metas previamente establecidas por la organización, por supuesto sin lograr el óptimo. Puede ser un número determinado como meta, o una proporción del óptimo la que establezca como meta "dura".

- El modelo, salvo la diferencia en las metas, es absolutamente igual al planteado en la variante anterior A3 - a).

- Para el ejemplo planteado, se supone que la organización establece como meta el cumplimiento de un 75% del óptimo del objetivo.

- Consecuentemente, para maximización, la meta es:

RENDIMIENTO:  $31.600 \times 0,75 = 23.700$

PREFERENCIA  $435 \times 0,75 = 326,25$

- Para calcular la meta en minimización se establece la relación:

$$\frac{X - Opt}{Peor - Opt} = 1 - 0,75 \dots\dots\dots(12)$$

despejando "X"

$$X = 0,25 * (Peor - Opt) + Opt \dots\dots\dots(13)$$

que, en el caso del ejemplo, es:

$$X = 0,25 \times (35,50 - 15,45) + 15,45 = 20,4625$$

que representa en este caso un 132,44% del óptimo en riesgo.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Otra forma de establecer el porcentaje de meta en el caso de minimización sería  $1/0,75 = 133,33 \%$ , o sea 20,60 de índice de riesgo.

- Se obtiene como solución 140 HS, 35 HA y 30,56 HE con 23.700 de rendimiento, 363,06 de preferencia y 25,36 de riesgo lo que representa un desvío total del 5,32%.

## 5. LAS VARIANTES Y LA DECISION

La programación multiobjetivo es un método de apoyo a las decisiones. Como tal, analiza el problema planteado, lo modela (puede ser en diferentes alternativas, como se observó en el trabajo) y brinda información relevante para la toma de decisiones.

Consecuentemente, las distintas variantes analizadas permiten una decisión más pensada y racional. Finalmente será la organización quien, de acuerdo a todos los elementos incluidos en el proceso de decisión, algunos cuantitativos como los aquí explicitados, y otros de índole cualitativo, decidirá acerca de la cuestión a resolver.

Simplemente a título ilustrativo, es factible un análisis preliminar con el resumen de las variantes planteadas que se transcribe en las tablas siguientes (Tablas 5 y 6):

Tabla 5 - Resumen de variantes (soluciones)

VARIANTE	HS	HA	HE
A1	140	50	60
A2 - a)	140	65,1088486	37,454934
A2 - b)	140	42,1671645	20
A2 - c)	140	50	60
A2 - d)	140	90	20
A2 - e)	140	35	43,812628
A2 - f)	140	35	24,741626
A3 - a)	140	90	20
A3 - b)	140	35	30,5555556



Tabla 6 - Resumen de variantes (objetivos)

VARIANTE	RENDIM	PREFER	RIESGO
A1	30800,00	415,00	33,50
A2 - a)	28554,95	415,12	31,26
A2 - b)	22660,06	363,25	24,33
A2 - c)	30800,00	415,00	33,50
A2 - d)	28400,00	435,00	31,50
A2 - e)	26086,27	376,31	28,01
A2 - f)	22653,49	357,24	24,20
A3 - a)	28400,00	435,00	31,50
A3 - b)	23700,00	363,06	25,36

De lo expuesto se deduce que no hay una única solución que garantice un óptimo conjunto, sino que el decisor debería seleccionar una decisión entre los parámetros determinados. Como se observa en el cuadro, la decisión factible, para el caso planteado, se circunscribe a: 140 horas para el Servicio Socios, de 35 a 90 horas para el Servicio Asociados y de 20 a 60 horas para el Servicio Externos.

Ninguna de las soluciones alcanza, como ya se expresó, el óptimo conjunto.

## 6. CONCLUSIÓN

El objetivo del trabajo fue exponer distintas variantes o metodologías para el planeamiento con múltiples objetivos, lo que permite su adecuación a diferentes estrategias organizacionales. Las decisiones de entes y empresas tienden a una complejidad creciente y la aplicación de métodos cuantitativos de gestión es claramente un decidido apoyo al proceso.

El caso presentado es una realidad simplificada de cualquier organización que a diario se encuentra con problemas de decisión multiobjetivo.

El trabajo, finalmente, apunta hacia una mejor calidad de asesoramiento en los servicios profesionales que, claramente, son cada vez más abarcativos y especializados.

### REFERENCIAS

- Alberto, Catalina - Carignano, Claudia - "*apoyo cuantitativo a las decisiones*" – Segunda Edición - Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas - UNC – Córdoba, 2007 – ISBN 978-987-23497-5-2
- Ercole, Raúl - Alberto, Catalina - Carignano, Claudia - "*Métodos cuantitativos para la gestión*" - Segunda Edición - Asociación Cooperadora de la FCE - UNC - Córdoba, 2007 - ISBN 978-987-1436-01-9
- Anderson, David - Sweeney, Dennis - Williams, Thomas - "*Métodos cuantitativos para los negocios*" - 9e - Internacional Thomson Editores - México, 2004 - ISBN 970-686-372-9
- Bierman, Harold - Bonini, Charles - Hausman, Warren - "*Análisis cuantitativo para los negocios*". - Novena Edición - Irwin - mcgraw Hill. Bogotá, 2000 - ISBN 0-256-14021-9
- Ragsdale, Cliff T. "*Spreadsheet modeling and decision analysis*" - 3rd. Edition - South Western College Publishing. Cincinnati - Ohio (USA), 2001 - ISBN 0-324-02122
- Powell, Stephen G - Baker, Kenneth R - "*Management science - the art of modeling with spreadsheets*" - Second Edition - John Wiley & sons - USA, 2007 - ISBN 978-0-470-03840-6