

**IX ENCUENTRO DE ECONOMÍA APLICADA
JAÉN, 8-9-10 DE JUNIO DE 2006
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
UNIVERSIDAD DE JAÉN**

**Modelo Multicriterio Interactivo para la financiación per cápita
ajustada por variables de necesidad para las Áreas Sanitarias
Comarcales del Servicio Andaluz de Salud¹**

- Martín Martín, José Jesús. Profesor titular Economía Aplicada. Universidad de Granada y Profesor Asociado Escuela Andaluza de Salud Pública. Departamento de Economía Aplicada. Univ. Granada. Campus Universitario de Cartuja s/n. 18011 Granada. Tfno: +34 958249996, Fax: +34 958244046, jmartin@ugr.es.
- López del Amo González, M^a del Puerto. Profesora Colaboradora Doctora. Departamento de Economía Aplicada. Univ. Granada. Campus Universitario de Cartuja s/n. 18011 Granada. Tfno: +34 958249619. Fax: +34 958244046. puerto@ugr.es
- Rodríguez Guerrero, Esther. Directora Económica Hospital San Juan de la Cruz de Úbeda. Carretera de Linares, Km. 1. 23400 Linares Jaén. Tfno +34 953028200. Fax +34 953028251. ester.rodriguez.sspa@juntadeandalucia.es
- Lanzarote Campos, Santiago. Director Económico. Área Sanitaria Campo de Gibraltar. Ctra. de Getares s/n. 11207 Algeciras Cádiz. Tfno: +34 956025000. Fax: +34 956025002 santiago.lanzarote.sspa@juntadeandalucia.es.
- Mariano Luque Gallego. Profesor Economía Aplicada (Matemáticas). Univ. Málaga. Campus del Ejido s/n 29071 Málaga. Tfno: +34 952131173. Fax: +34 952132061. mluque@uma.es
- Caballero Fernández, Rafael. Catedrático Economía Aplicada (Matemáticas). Univ. Málaga. Campus del Ejido s/n 29071 Málaga. Tfno: +34 952131168. Fax: +34 952132061. r_caballero@uma.es
- Gómez Núñez, Trinidad. Profesora titular Economía Aplicada (Matemáticas). Univ. Málaga. Campus del Ejido s/n 29071 Málaga. Tfno: +34 952131169. Fax: +34 952132061. trinidad@uma.es
- Molina Luque, Julián. Profesor Economía Aplicada (Matemáticas). Univ. Málaga. Campus del Ejido s/n 29071 Málaga. Tfno: +34 952131171. Fax: +34 952132061. julian.molina@uma.es

¹ Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo institucional y económico del Fondo de Investigaciones Sanitarias y el Servicio Andaluz de Salud.

INDICE

Introducción	3
1.- Metodología multicriterio interactiva.....	4
1.1.- Aplicaciones de modelos de programación multicriterio en el contexto sanitario.....	8
1.2.- Soluciones informáticas para los modelos de programación Multicriterio interactiva	10
2.- Modelo interactivo para la financiación per cápita ajustada por variables de necesidad para las Áreas Sanitarias Comarcales del Servicio Andaluz de Salud	13
3.- Resultados de los modelos de programación matemática multicriterio Interactiva ajustada por variables de necesidad para las áreas sanitarias comarcales del Servicio Andaluz de Salud	19
4.- Conclusiones.....	21
Bibliografía.....	23

Introducción

Uno de los principales problemas con los que se enfrentan los Servicios Regionales de Salud es la distribución de recursos económicos entre sus distintos centros de provisión de servicios. La decisión final a tomar debe tener en cuenta diferentes objetivos, unos de tipo sanitario, otros económicos, sin olvidar los de carácter político. En este contexto, las Técnicas de Decisión Multicriterio aparecen como un instrumento potente para abordar estos problemas reales complejos, ya que permiten incorporar múltiples objetivos de diferente naturaleza y buscar escenarios y soluciones que compaginen las preferencias de quienes tienen que tomar la decisión final.

Cuando un financiador, en este caso Servicios Centrales del Servicio Andaluz de Salud (SAS), pero también podría ser un financiador, una agencia separada del SAS, distribuye presupuestos, en la práctica suele utilizar el modelo de reembolso en costes, es decir, la asignación presupuestaria está fuertemente condicionada por el gasto del proveedor, el hospital, el ejercicio anterior.

En la literatura teórica de Economía de la Salud, el problema fundamental es el riesgo que se traslada al proveedor, al centro sanitario, y qué riesgo asume el asegurador, el financiador, el SAS. Es un problema de reparto de riesgos.

La dinámica suele ser muy neoclásica, es decir, es monocriterio, en el sentido de que se supone que el regulador sabe lo que quiere hacer. En el contexto más neoclásico, lo que maximiza es algún tipo de función de bienestar social. Centrándose, en el control del riesgo que se traslada al proveedor. Se supone que el regulador sabe lo que quiere, quiere un objetivo que puede maximizar, y el problema es encontrar el mecanismo más eficiente de traslado de riesgos a los centros sanitarios.

Por otro lado, la literatura establece que en la práctica, las reformas sanitarias articulan contratos en los que se persigue más de un objetivo (López del Amo, 2001). En la práctica, el regulador no puede formular ciertamente los argumentos y la expresión de la función de bienestar social, por ejemplo y centra su estrategia financiadora en la consecución de un conjunto indeterminado de objetivos, autointeresados, sociales...

Este proyecto de investigación se centra en definir los criterios que debe utilizar el financiador, en este caso SSCC. En primer lugar, en vez de financiar los hospitales o distritos, se utilizan áreas sanitarias, porque hay una tendencia empírica, tanto nacional como internacional de financiar áreas globales mediante pagos per cápita ajustados por indicadores de riesgo y necesidad, como pueden ser la edad, el desempleo, etc.

El objetivo de este proyecto de investigación es diseñar un modelo de Programación Multicriterio Interactiva (PMI) para obtener una distribución óptima de financiación entre las dieciocho áreas sanitarias comarcales delimitadas en el Sistema Sanitario Público de Andalucía, según criterios de distribución per cápita con ajuste de variables de necesidad. Este proyecto de investigación continúa una línea de investigación (Martín et al, 2001) que aspira a desarrollar la programación matemática multicriterio como una poderosa herramienta de análisis para optimizar la toma de decisiones del financiador o regulador público en el sector sanitario.

Una de las principales ventajas de los métodos multicriterio es su facilidad para trabajar con varios criterios simultáneos de decisión que es preciso optimizar, a diferencia del programa de investigación neoclásico predominante en la literatura de economía de la salud, de naturaleza monocriterio. Desde este enfoque, la búsqueda de un contrato óptimo de financiación se traduce en la obtención de un sistema de pago que proporcione incentivos para una producción eficiente (Newhouse, 1996). La mayor parte de esta literatura propone funciones de utilidad bien definidas y decisores con perfecta racionalidad que conocen la función de bienestar social a maximizar y el criterio de decisión elegido.

Los métodos multicriterio permiten relajar algunas de estas restrictivas hipótesis. Frente al regulador hiper racional y altruista, la aproximación multicriterio permite considerar al decisor en términos más acordes con el concepto de racionalidad limitada de Herbert Simón, en el que el decisor mas que optimizar una función de utilidad perfectamente definida, busca soluciones satisficentes a diferentes, simultáneos y conflictivos criterios de decisión.

El aspecto fundamental en la toma de decisiones interactiva que consiste en formular cuestiones al decisor, tras la presentación de soluciones, para que éste, o bien acepte alguna de las dadas, o bien aporte información adicional que se incorpora en el proceso de modelización y resolución. El proceso fundamental en cualquier método interactivo es conocido con el nombre de "articulación progresiva de las preferencias".

El trabajo se estructura de la siguiente forma. En primer lugar se describe brevemente la metodología PMI, particularmente, el Stem y el VIA, que son los utilizados en este trabajo. En el epígrafe segundo se desarrolla la formulación del modelo de Programación Interactiva. Finalmente los epígrafes tercero y cuarto describen los resultados y las conclusiones.

1.- Metodología multicriterio interactiva

La Programación Multicriterio busca soluciones a problemas con una multiplicidad de criterios deseados. Por ejemplo, en el ámbito de financiación a

proveedores permite, considerar que el financiador aspira a conseguir simultáneamente diversos objetivos conflictivos entre sí y sobre los que además no dispone de información precisa

A diferencia con otras técnicas de resolución de Programación Multicriterio en las que el decisor sólo muestra sus preferencias al principio y/o al final del proceso de resolución, en los métodos interactivos se realiza durante el proceso. En este sentido, la Programación Multicriterio Interactiva, puede ser considerada como un refinamiento dentro de los restantes enfoques existentes a la hora de abordar un problema de toma de decisiones con criterios múltiples. A través de una interacción continua e iterativa con el decisor, para que éste explicita preferencias sobre soluciones que le son mostradas, se consigue que el decisor se acerque a una solución acorde con dichas preferencias.

Dos propiedades deseables que deben poseer los métodos interactivos son la sencillez de las preguntas formuladas y la no reiteración en la formulación de las mismas. Mientras que la primera irá muy ligada al método en cuestión y el conocimiento del problema abordado por parte del decisor, el segundo además se asocia a la convergencia del método.

La potencialidad de los métodos interactivos ha ocasionado la existencia de una amplia gama de algoritmos interactivos entre los que resulta difícil elegir para aplicarlo a una situación real concreta. La elección del método afecta a la solución final. Las variables claves en la elección del método son el tipo de solución que se desee obtener, la forma de presentar la información al decisor y el tipo de información que de él se requiere.

Según la información proporcionada por el decisor en cada iteración, se puede distinguir entre métodos en los que el decisor debe:

- a) Proporcionar en cada iteración las tasas de intercambio entre objetivos de forma local, es decir, a partir de la solución actual. Estos son conocidos como métodos interactivos de *tradeoff*.
- b) Elegir, en cada iteración, entre un conjunto de soluciones, generalmente eficientes. Los denominaremos métodos interactivos de generación de soluciones.
- c) Expresar en cada iteración niveles de referencia para todos los objetivos o un subconjunto de ellos, que llamaremos métodos interactivos de programación por metas o niveles de referencia.

La clasificación que se realiza con respecto al análisis interno de resolución es:

1. Métodos de reducción de la región factible.
2. Métodos de búsqueda en línea.
3. Métodos de reducción del espacio de pesos.
4. Métodos basados en multiplicadores.

5. Métodos de punto de referencia o función escalarizada de logro.

A continuación se describen los métodos Stem, entre los de metas y VIA entre los de punto de referencia por ser los que se aplican en este proyecto de investigación.

El método Stem pertenece a los métodos de programación por metas o niveles de referencia según la información solicitada al decisor, y a los de reducción de la región factible según el análisis interno en la resolución. En cada iteración, el método restringe el conjunto de oportunidades en función de las preferencias manifestadas por el decisor. Cada solución se obtiene mediante la minimización de la distancia de Tchebychev respecto del vector ideal sobre el conjunto de oportunidades restringido. Las preferencias del decisor se reflejan mediante la relajación de algún objetivo satisfactorio, que permitirá mejorar algún otro objetivo aún no satisfactorio.

Este método posee buena aceptación práctica, motivada sobre todo por el carácter intuitivo en la información requerida al decisor. Además tiene la posibilidad de 'volver hacia atrás' ante errores cometidos en las preferencias del decisor. Sin embargo, un inconveniente que tiene es que la solución generada en cada iteración no tiene por qué ser eficiente, excepto la primera, por tanto, la solución final tampoco tiene por qué serlo. Además no posee convergencia matemática y existe dificultad en el suministro de las cantidades a relajar por parte del decisor.

Los pasos a seguir de forma secuencial en el método de Stem son los siguientes:

Paso 1: Se obtienen los ideales (f_i^* $i=1,\dots,k$) y antiideales f_{i*} $i=1,\dots,k$.

Paso 2: Se obtienen los valores de los parámetros π_i (pesos normalizadores):

$$\pi_i = \begin{cases} \frac{f_i^* - f_{i*}}{f_i^* \left(\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right)^{-1/2}} & \text{si } f_i^* < 0 \\ \frac{f_i^* - f_{i*}}{f_{i*} \left(\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right)^{-1/2}} & \text{si } f_i^* \geq 0 \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, k$$

Denotamos por $J^h \equiv$ conjunto índices de las funciones a relajar en la iteración h y se inicializa $X^0 = X$, $J^0 = \emptyset$ y $h = 0$.

Paso 3: Se calculan los pesos de la distancia de la métrica de Tchebychev:

$$\mu_i^h = \begin{cases} 0 & \text{si } i \in J^h \\ \frac{\pi_i}{\sum_{j \notin J^h} \pi_j} & \text{si } i \in \{1, \dots, k\} - J^h \end{cases}$$

Paso 4: Se obtiene la solución que minimiza la distancia desde el ideal al espacio objetivo restringido $Z^h = f(X^h)$. Para ello, se resuelve el problema:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{x}, \alpha} \quad & \alpha \\ \text{s.a. :} \quad & \mu_i (f_i(\mathbf{x}) - f_i^*) \leq \alpha \quad i = 1, \dots, k \\ & \mathbf{x} \in X^h \quad \alpha \geq 0 \end{aligned}$$

Dicha solución se denota por \mathbf{x}^h y su correspondiente vector criterio $\mathbf{f}^h = f(\mathbf{x}^h)$.
 Paso 5: El decisor manifiesta las preferencias sobre la solución:

- Si está satisfecho, se termina con $(\mathbf{x}^h, \mathbf{f}^h)$ como solución final. STOP.
- En caso contrario, se continúa.

Paso 6: sea $h = h+1$. El decisor especifica:

- Funciones a mejorar (f_i con $i \in \{1, \dots, k\} - J^h$).
- Funciones a relajar (f_i con $i \in J^h$), con las cantidades máximas a relajar (Δf_i^h con $i \in J^h$).

De esta manera se tiene la región factible de la siguiente iteración:

$$X^h = \left\{ \mathbf{x} \in X \mid \begin{array}{ll} f_i(\mathbf{x}) \leq f_i(\mathbf{x}^{h-1}) + \Delta f_i^h & i \in J^h \\ f_i(\mathbf{x}) \leq f_i(\mathbf{x}^{h-1}) & i \in \{1, \dots, k\} - J^h \end{array} \right\}$$

Volver a paso 3 (obsérvese que $\mathbf{x}^{h-1} \in X^h$).

El método VIA pertenece a los métodos de programación por metas o niveles de referencia según la información solicitada al decisor, y a los de punto de referencia según el análisis interno en la resolución.

La característica fundamental es la utilización de la función escalarizada de logro. En cada iteración, se obtienen una o varias soluciones, minimizando la función escalarizada de logro para el punto de referencia proporcionado por el decisor, y puntos de referencia cercanos al anterior, en el caso de obtener varias soluciones. La información proporcionada por el decisor, en cada iteración, corresponde al punto de referencia, además de elegir entre varias soluciones.

Este método posee buena aceptación práctica, motivado sobre todo por el carácter intuitivo en la información requerida al decisor. Además, también tiene la posibilidad de volver hacia atrás ante errores cometidos en las preferencias del decisor. Por otra parte, la solución obtenida en cada iteración es débilmente eficiente, pero no tiene porque ser eficiente, por tanto la solución final tampoco tiene porque serlo (aunque en muchos casos la eficiencia de una solución no es complicada de comprobar). Hay que señalar también que el método no posee convergencia matemática probada.

Los pasos que se deben llevar a cabo de forma secuencial, son los siguientes:
 Paso 1: Sea $h = 0$. El decisor establece los pesos (μ_1, \dots, μ_k) para la función escalarizada de logro. Se obtiene una solución inicial factible, mediante la resolución del problema:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{x}, \alpha} \quad & \alpha \\ \text{s.a. : } \quad & \mu_i(f_i(\mathbf{x}) - z_i^*) \leq \alpha \quad 1 \leq i \leq k \\ & \mathbf{x} \in X \end{aligned}$$

Paso 2: Se le pregunta al decisor si está satisfecho con la solución obtenida:

- Si la respuesta es afirmativa \Rightarrow Solución final: (x^h, f^h) . STOP.
- Si la respuesta es negativa, sea $h = h + 1$ y continuar.

Paso 3: Se le pide al decisor que especifique unos nuevos niveles de referencia o punto de referencia \bar{q}^h , en base a los niveles obtenidos en las funciones objetivo.

Paso 4: Para distintos valores de λ en el intervalo $[0,1]$, incluido $\lambda = 0$, resolvemos el problema:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{x}, \alpha} \quad & \alpha \\ \text{s.a. : } \quad & \mu_i(f_i(\mathbf{x}) - (\bar{q}_i^h + \lambda(f_i^{h-1} - \bar{q}_i^h))) \leq \alpha \quad 1 \leq i \leq k \\ & \mathbf{x} \in X \end{aligned}$$

obteniendo los vectores criterio solución que denotaremos por $\{f^{h,0}, f^{h,\lambda_1}, \dots, f^{h,\lambda_s}\}$.

Paso 5: De entre todos estos vectores criterio $\{f^{h,0}, f^{h,\lambda_1}, \dots, f^{h,\lambda_s}\}$, el decisor elige el más preferido, denotándolo por f^h y a su correspondiente vector en el espacio de decisión por x^h . Volver a paso 2).

Es probable asimismo que el decisor desee cambiar de método interactivo a lo largo del proceso de resolución, bien porque prefiera explicitar su información de otra forma, bien porque considere que determinados métodos son mejores para obtener una primera aproximación a la solución final y otros son apropiados para afinar esta aproximación. Caballero et al (2002) proporcionan el marco teórico y el *software* para poder pasar de un método a otro, de forma que toda la información que ya ha proporcionado el decisor no se pierda al realizar el cambio.

1.1.- Aplicaciones de modelos de programación multicriterio en el contexto sanitario

En el sector sanitario hay varios trabajos que aplican los métodos multicriterio tanto en la literatura nacional como en la internacional. La mayoría de ellos se centran en la planificación de actividad y la distribución de recursos a nivel interno en un hospital².

² Vease Lee (1973), Panitz (1988), Butler *et al* (1992), Martín (1993), Kwak y Lee (1997), Arenas, Lafuente y Rodríguez (1998); Rodríguez *et al* (1998), Fonseca, Ferreira, Monteiro (1999), Arenas, Bilbao, Caballero, Gómez, Rodríguez y Ruiz (2002), Yuan et al (2002), Swaminathan (2003), Nguyen et al (2004), Stummer et al (2004).

Se pueden encontrar igualmente aplicaciones de la metodología multicriterio en el ámbito sanitario que distribuyen recursos entre varios proveedores. Rifai y Pecenka (1989) ilustran cómo puede usarse la Programación por Metas para asignar recursos sanitarios en situaciones con objetivos múltiples y en competencia.

Blake y Carter (1997) utilizan la Programación por Metas en el entorno sanitario canadiense para ajustar el volumen y la cantidad de actividad que deben hacer los proveedores sanitarios en un entorno de restricción presupuestaria, teniendo en cuenta los intereses de los profesionales sanitarios sobre retribuciones y actividad, y que el hospital no tenga pérdidas³.

Lee y Kwak (1999) utilizan asimismo esta técnica multicriterio para diseñar y evaluar un modelo para planificar un sistema de información efectivo en el sistema sanitario en EEUU. Chu, Ho, Lee y Lo (2000) desarrollan un modelo para asignar enfermeras con distinta cualificación entre centros de salud materno infantil en Hong Kong. Se obtiene de esta forma una distribución de recursos humanos más equitativa, con flexibilidad a largo plazo y mejora operativa.

Giokas (2002) estima los costes marginales de estancias, consultas externas y pruebas complementarias en hospitales públicos en Grecia mediante Programación por Metas una vez eliminada la eficiencia mediante Análisis Envolvente de Datos (AED). Los resultados son útiles para los hospitales y como base teórica para determinar los precios de diferentes servicios hospitalarios.

Como antecedentes básicos del presente trabajo pueden citarse Martín et al (2001) y Luque (2000). En el primer trabajo se desarrolla un modelo de asignación de recursos a hospitales mediante programación por metas ponderadas y lexicográficas, en el que se establecen objetivos y niveles de aspiración para la cantidad de actividad global en 12 líneas de actividad, la actividad deseada por el hospital y la solicitud de fondos que realiza y, por último, la restricción presupuestaria. En Luque (2000) se formula el problema de asignación de recursos a los hospitales comarcales del SAS como un problema interactivo, obteniendo la solución óptima para el decisor mediante la revelación continuada de las preferencias del mismo.

³ Consideran dos niveles de prioridad, en primer lugar, la factibilidad para el hospital – cumplimiento del presupuesto- y para el médico –salario deseado- y en segundo lugar, que la actividad sea la que el médico prefiere. Consideran restricciones duras, cotas superiores e inferiores para la retribución de cada médico, para la actividad global en cada línea de actividad y, por último, las restricciones correspondientes a la limitación de capacidad: horas de quirófano y camas disponibles.

1.2.- Soluciones informáticas para los modelos de programación Multicriterio interactiva

El gran desarrollo que ha tenido lugar en estos últimos años en el campo de la informática, ha tenido repercusión en todos los campos de las ciencias, sobre todo en aquellas basadas en la aplicación de métodos numéricos. En nuestro campo, todos los avances realizados en la toma de decisiones multicriterio, pueden ser acercados de una manera más práctica a toda la comunidad investigadora, mediante el desarrollo de *software* específico, lo cual es un hecho que se viene realizando desde hace ya algunos años.

Sin embargo, en muchos de los casos este *software* sólo puede ser utilizado en el ordenador del programador, e incluso, aún pudiéndose utilizar en otras computadoras, se necesita muchas horas de preparación para poder aplicar el *software* a un problema concreto. Estos dos aspectos motivan el hecho de que muchos decisores reales no puedan aplicar algunas técnicas de decisión multicriterio a un problema real, salvo que sean los propios investigadores los que lleven a cabo la resolución y análisis de dicho problema.

Se trata pues, de que la comunidad investigadora realice un esfuerzo por acercar a los usuarios generales los avances y las técnicas en el campo de la toma de decisiones multicriterio, lo cual que puede, en gran parte, llevarse a cabo mediante la elaboración de un *software* específico de fácil manejo para cualquier usuario con unos conocimientos básicos del tema y de gran robustez que permita chequear cualquier anomalía causada por el usuario, ayudándole a solventarla. En cualquier caso, el papel del decisor constituye el pilar básico de todo el proceso interactivo.

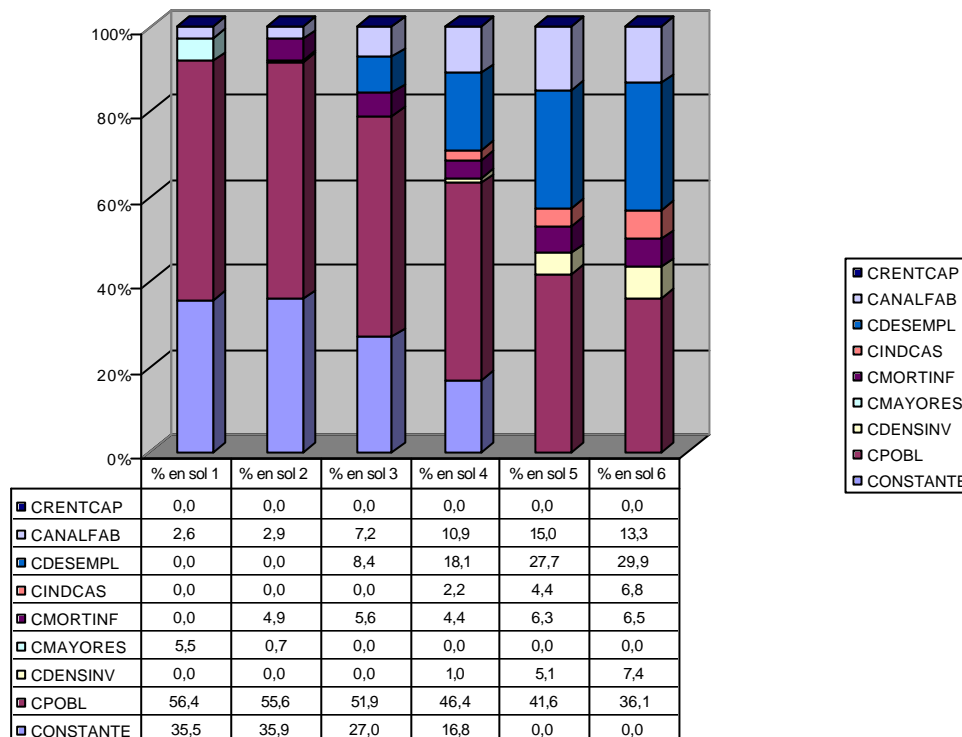
Motivados por lo arriba expuesto el equipo de trabajo de Rafael Caballero, desde el Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas) de la Universidad de Málaga ha creado un programa, denotado PROMOIN (Programación Multiobjetivo Interactiva). La implementación de este programa se ha llevado a cabo en lenguaje C++, utilizando para ello el compilador Microsoft Visual C++ versión 6.0, junto con una serie de librerías específicas para programación matemática, tales como: librería NAG para C versión 4 y, librería CPLEX versión 6.5.1. Este programa puede ser utilizado desde cualquier ordenador personal que funcione bajo entorno Windows, con licencias NAG y CPLEX.

En este proyecto de investigación se ha diseñado un conjunto de hojas de cálculo con el *software* Excel de Microsoft Office, que apoyan el proceso de decisión, mostrando al decisor gráficamente información adicional sobre las implicaciones de la variación de los parámetros del modelo y la selección de una u otra solución.

En concreto, el sistema de hojas de cálculo proporciona al decisor información sobre:

1.- El porcentaje del global de la asignación presupuestaria que distribuye cada criterio en la/s solución/es consideradas.

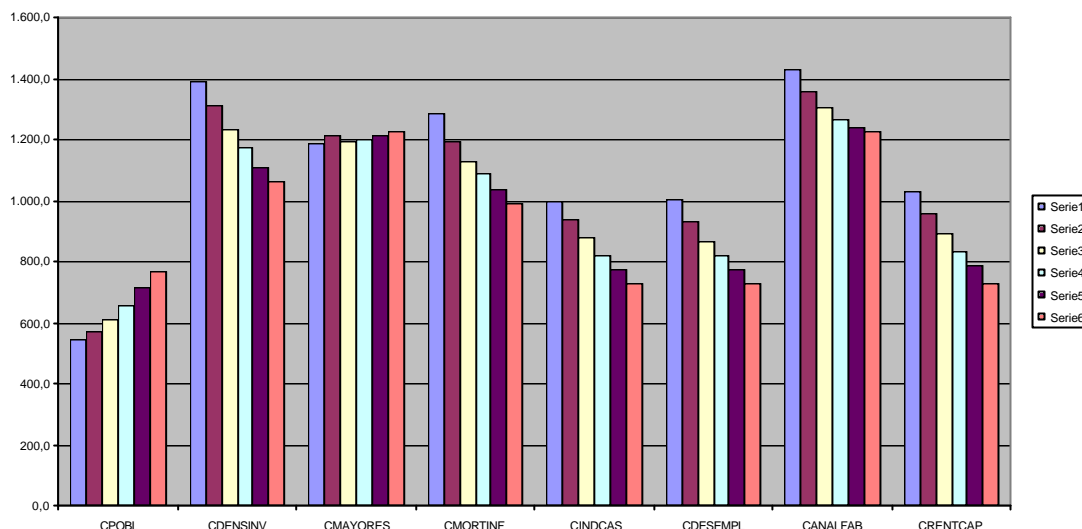
GRAFICO 1: Porcentaje de asignación presupuestaria que distribuye cada criterio en cada solución.



Fuente: elaboración propia

2.- La dimensión relativa de la diferencia entre la asignación presupuestaria que proporciona el modelo y la que tendría lugar si se realizara según cada uno de los criterios independientemente. Posteriormente se aclara este aspecto.

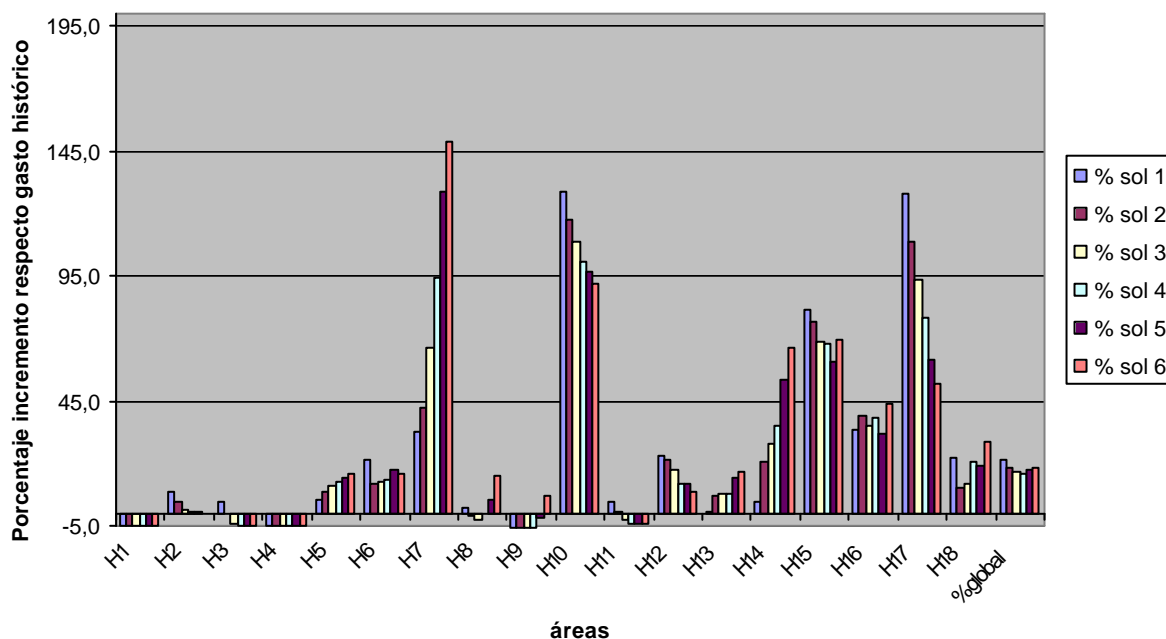
GRAFICO 2: Diferencia asignación presupuestaria del modelo y según los criterios independientemente.



Fuente: Elaboración propia

3.- El porcentaje de incremento/disminución del presupuesto asignado a cada AGS con respecto al gasto del ejercicio anterior.

GRAFICO 3: Porcentaje variación presupuestaria respecto ejercicio anterior



Fuente: Elaboración propia.

El sistema diseñado transfiere la información desde PROMOIN a Excel, apoyando de forma considerable, como ya se ha expuesto, el proceso de toma de decisiones.

2.- Modelo interactivo para la financiación per cápita ajustada por variables de necesidad para las Áreas Sanitarias Comarcales del Servicio Andaluz de Salud

En este estudio se desarrolla la utilización del enfoque multicriterio en la asignación de recursos en el sector sanitario sobre trabajos anteriores, incorporando dos perspectivas novedosas. La primera proveniente del ámbito de los métodos multicriterio desarrolla la metodología interactiva para superar algunas de las limitaciones de trabajos anteriores. La segunda utiliza como numerario de pago el criterio per cápita ajustado por variables de necesidad como sistema crecientemente utilizado en numerosos países. En el Estado Español pueden señalarse las actuales experiencias de varias Comunidades Autónomas como Cataluña o Andalucía, modelo que se toma como referencia.

Las capitaciones son definidas por Rice y Smith (1999) como “el volumen de recursos monetarios asignados a cada ciudadano para un servicio sanitario determinado, por un período de tiempo determinado, sujeto a las limitaciones presupuestarias establecidas a nivel nacional”. Se argumenta que, dado que las necesidades de atención sanitaria de un individuo varían según sus características personales y sociales, las capitaciones deberían ser ajustadas por el riesgo mediante la utilización de factores de necesidad, a los que se aludirá más adelante.

Ortún V, López G y Sabés R (2001) definen el ajuste de riesgos como “el proceso por el cual se trata de adecuar la financiación capitativa a las características de cada persona”. Un proceso de ajuste de riesgos pretende, por tanto, establecer estimadores insesgados de los costes relativos esperados de la población atendida, dadas las características individuales de dicha población.

En el cálculo de los pagos capitativos ajustados, se han de tener en cuenta tres cuestiones básicas: El presupuesto global disponible, los factores de necesidad que forman la base del proceso de ajuste del riesgo y las ponderaciones relativas de cada uno de los factores de necesidad.

El principio fundamental que ha de guiar la selección de factores de necesidad es que éstos deben influir considerablemente en la necesidad de consumir los servicios sanitarios. Sin embargo, no existe unanimidad con respecto al significado del término “necesidad”. Por ello la práctica usual ha consistido en realizar una aproximación empírica a la definición de este criterio, seleccionando como factores de necesidad aquellos que explican el gasto sanitario de manera estadísticamente significativa. La aproximación normativa, por otro lado, incorpora *ad hoc* según las preferencias de los políticos o expertos, las variables poblacionales, epidemiológicas y socioeconómicas que se consideran relevantes con la restricción de los sistemas de información disponibles. Esta aproximación presenta el problema de su dependencia de las

opiniones de los decisores o investigadores. Las aproximaciones empíricas, por su parte, no reflejan las necesidades insatisfechas en los cálculos capitativos, es decir la necesidad que no se refleja en gasto sanitario sencillamente no existe.

El presente estudio combina las dos aproximaciones empírica y normativa para asignar presupuestos a áreas sanitarias basados en modelos per cápita ajustados por necesidad.

La selección del conjunto de variables de necesidad incluidas en el modelo se ha realizado de acuerdo con literatura teórica y la evidencia empírica, condicionada por la existencia de fuentes de información en el entorno del SAS. La principal aportación de este trabajo es el diseño de un modelo multicriterio interactivo flexible. El conjunto de criterios a incluir puede modificarse en función de las preferencias del decisor o la información disponible. Es decir, en este proyecto de investigación no es central la decisión de incluir por ejemplo la mortalidad infantil en lugar de la tasa de desempleo como indicador de necesidad sanitaria.

De acuerdo con la literatura y la información disponible en el Sistema Sanitario Público de Andalucía se seleccionaron las variables detalladas en el cuadro 1. Muchas de ellas no están disponibles a nivel de área sanitaria, sino provincial y se ha considerado el valor provincial (densidad de población, mayores de 65 años, mortalidad infantil, tasa de desempleo, tasa de analfabetismo, y renta per cápita).

Cuadro 1: Variables y fuentes de información seleccionadas para el modelo multicriterio interactivo para la financiación de áreas sanitarias en el Sistema Sanitario Público de Andalucía.

Variable	Fuente
Población	Servicio de Asistencia Sanitaria año 2002
Densidad de población (inversa)	INE. Revisión del padrón municipal de habitantes a 01/01/01. Consejería de Obras Públicas y Transportes.
Mayores de 65 años	Revisiones del padrón municipal de habitantes a 01/01/01. Consejería de Economía y Hacienda.
Mortalidad infantil	IEA e INE. Movimiento natural de la población. Año 2000.
Índice casuístico	pesos grd , Conserjería de Salud. Servicio andaluz de salud. Conjunto mínimo básico de datos al alta hospitalaria. Andalucía 2001.
Tasa de desempleo	INE. Encuesta de población activa. Año 2002
Tasa de analfabetismo	Instituto de Estadística de Andalucía - Consejería de Economía y Hacienda. Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía, año 2001
Renta per capita (inversa)	Contabilidad Regional de España. Renta disponible bruta per capita año 2001.

Fuente: Elaboración propia

El modelo diseñado tiene como primer objetivo la minimización de la cantidad de presupuesto que distribuye el regulador, incluyendo como objetivos o criterios adicionales un conjunto de variables de necesidad.

El modelo calcula las tarifas o coeficientes para cada factor de necesidad o variable (población, densidad, mayores, etc.), de forma que la financiación

de cada área se obtiene multiplicando estos coeficientes que obtenga el *software* al resolver el modelo, por sus valores concretos (de población, mayores, densidad, etc.). Es decir, si llamamos F_i a la asignación presupuestaria del área i , ésta se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$F_i = c_0 + c_1 P_i + c_2 * D_i + c_3 * M_i + c_4 * MI_i + c_5 * IC_i + c_6 * DE_i + c_7 * A_i + c_8 * R_i$$

Donde c_0 a c_8 son las soluciones que nos proporcionará el *software* interactivo.

Se han considerado como objetivos del modelo en primer lugar, minimizar el gasto global, es decir, la suma de la cantidad asignada a cada una de las 18 áreas. Posteriormente, se incluyen ocho objetivos, uno para cada factor de necesidad o variable, que persiguen que la diferencia entre la asignación presupuestaria de cada área sanitaria según el modelo (en función de todos los factores seleccionados) y lo que resultaría si se hiciera de forma proporcional a cada uno de ellos independientemente, sea lo más pequeña posible.

Es decir, para un factor de necesidad, por ejemplo la mortalidad infantil, sería deseable que la cantidad asignada a las áreas sanitarias se obtuviera multiplicando el dato que presenta (entre 3,53 y 6,48/10.000 hab.) por una tarifa o coeficiente. De esta manera, la asignación presupuestaria sería proporcional a la mortalidad infantil, y también a cada una de los factores de necesidad seleccionados.

La formulación analítica del modelo de programación multicriterio interactivo de asignación de recursos ajustada por variables de necesidad resulta un modelo de 9 funciones objetivo:

$$\text{Min } F = \sum_{i=1}^{18} c_0 + c_1 P_i + c_2 * D_i + c_3 * M_i + c_4 * MI_i + c_5 * IC_i + c_6 * DE_i + c_7 * A_i + c_8 * R_i$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nP_i + pP_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nD_i + pD_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nM_i + pM_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nMI_i + pMI_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nIC_i + pIC_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nDE_i + pDE_i)$$

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{18} (nA_i + pA_i)$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{18} (nR_i + pR_i)$$

donde

F	Gasto total en el modelo de financiación
P _i :	Población protegida AGS i, i=1, ..., 18
D _i :	Densidad de población-inversa AGS i, i=1, ..., 18
M _i :	Mayores de 65 AGS i, i=1, ..., 18
MI _i :	Mortalidad infantil AGS i, i=1, ..., 18
IC _i :	Índice Casuístico AGS i, i=1, ..., 18
DE _i :	Tasa de Desempleo AGS i, i=1, ..., 18
A _i :	Analfabetismo AGS i, i=1, ..., 18
R _i :	Renta per cápita (histórico) AGS i, i=1, ..., 18
nP _i	Desviación negativa de F _i -t ₁ P _i AGS i, i=1, ..., 18
pP _i	Desviación positiva de F _i -t ₁ P _i AGS i, i=1, ..., 18
nD _i	Desviación negativa de F _i -t ₂ D _i AGS i, i=1, ..., 18
pD _i	Desviación positiva de F _i -t ₂ D _i AGS i, i=1, ..., 18
nM _i	Desviación negativa de F _i -t ₃ M _i AGS i, i=1, ..., 18
pM _i	Desviación positiva de F _i -t ₃ M _i AGS i, i=1, ..., 18
nMI _i	Desviación negativa de F _i -t ₄ MI _i AGS i, i=1, ..., 18
pMI _i	Desviación positiva de F _i -t ₄ MI _i AGS i, i=1, ..., 18
nIC _i	Desviación negativa de F _i -t ₅ IC _i AGS i, i=1, ..., 18
pIC _i	Desviación positiva de F _i -t ₅ IC _i AGS i, i=1, ..., 18
nDE _i	Desviación negativa de F _i -t ₆ DE _i AGS i, i=1, ..., 18
pDE _i	Desviación positiva de F _i -t ₆ DE _i AGS i, i=1, ..., 18
nA _i	Desviación negativa de F _i -t ₇ A _i AGS i, i=1, ..., 18
pA _i	Desviación positiva de F _i -t ₇ A _i AGS i, i=1, ..., 18
nR _i	Desviación negativa de F _i -t ₈ R _i AGS i, i=1, ..., 18
pR _i	Desviación positiva de F _i -t ₈ R _i AGS i, i=1, ..., 18

Sujeto a 163 restricciones:

$$F_i \geq 0,95G_i, i=1, \dots, 18$$

$$F \leq 1,4G$$

$$F_i - t_1 P_i + nP_i - pP_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_2 D_i + nD_i - pD_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_3 M_i + nM_i - pM_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_4 MI_i + nMI_i - pMI_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_5 IC_i + nIC_i - pIC_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_6 DE_i + nDE_i - pDE_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_7 A_i + nA_i - pA_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

$$F_i - t_8 R_i + nR_i - pR_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

Donde

F _i :	Presupuesto asignado a cada AGS i, i=1, ..., 18
G _i :	Gasto histórico de cada AGS
G:	Gasto histórico global

El modelo obtiene c_i y t_j :

- c_i puede interpretarse como el precio que el regulador utiliza para financiar por ejemplo cada habitante asignada a un área, el caso de c_1 o cada desempleado (por 10.000 habitantes), en el caso de c_6 .
- t_j puede interpretarse como el precio alternativo en el modelo diseñado que justifica el presupuesto asignado en función de cada uno de los criterios independientemente.

Es decir, a cada área sanitaria el modelo le asigna el presupuesto en función de los valores que toman c_0, c_1, \dots, c_8 y su situación en los criterios seleccionados, esto es, la población asignada, la densidad, los mayores de 65 años, etc.

t_1, t_2, \dots, t_8 se utilizan para cuantificar la diferencia que existe entre la asignación presupuestaria para cada área en el modelo en función de los criterios seleccionados y lo que le correspondería si se utilizara cada criterio independientemente. Por ejemplo, para la población asignada, P_i , t_1 es un valor lo más alto posible para poder, en la segunda función objetivo, minimizar las desviaciones positivas y negativas entre la asignación presupuestaria para cada área y lo que correspondería si se hiciera exclusivamente por población.

$$F_i - t_1 P_i + n P_i - p P_i = 0 \quad i=1, \dots, 18$$

Por ejemplo, ¿la asignación presupuestaria que determina el modelo, con los ocho criterios, realmente financia que una determinada área sanitaria tenga asignada una población superior al resto? Si éste es el caso, F_1 debe poder expresarse en función de P_i , cuando $i=1$. Igualmente, en el caso de la renta per cápita, R_i , ¿la asignación presupuestaria que determina el modelo, con los ocho criterios, realmente financia que una determinada área sanitaria tenga una renta per cápita inferior al resto?. Si éste es el caso, F_8 debe poder expresarse en función de R_i , para el caso en el que $i=8$.

Este razonamiento lleva a considerar la minimización de las diferencias positivas y negativas entre ambos términos la ecuación como objetivos en el modelo multicriterio diseñado, constituyendo los ocho objetivos adicionales que completan el diseño de los objetivos a optimizar.

El regulador, cómo se ha expuesto, no sólo quiere conseguir un objetivo, la minimización del presupuesto global, sino que quiere que la asignación presupuestaria refleje simultáneamente la situación de las áreas sanitarias en cada uno de los criterios incluidos, P_i , Población protegida, D_i , Densidad de población-inversa, M_i , Mayores de 65 años, MI_i , Mortalidad infantil, IC_i , Índice Casuístico, DE_i , Tasa de Desempleo y A_i , Analfabetismo.

Se formula por tanto el problema de la asignación presupuestaria a las áreas sanitarias comarcales (de menor tamaño) del Servicio Andaluz de Salud, como un problema multicriterio con 9 funciones objetivo. Una de las funciones objetivo pretende la minimización del presupuesto global y las otras 8, que el regulador quiere repartir el presupuesto en función de 8 variables distintas de necesidad, que se corresponden con 8 funciones objetivo.

Como restricciones se impone que la asignación presupuestaria a cada área sea como mínimo el 95% del gasto del ejercicio anterior. De esta forma, a ninguna área se le reducirá su presupuesto en más de un 5% con respecto al gasto histórico. Igualmente, para controlar el gasto total, se impone una

restricción de un 140% con respecto al gasto histórico global. Es decir, la suma total de las 18 asignaciones presupuestarias no podrá exceder en más de un 40% el gasto total del ejercicio anterior.

Adicionalmente se incluyen en el modelo 144 restricciones más que relacionan analíticamente, para cada sanitaria (18), para cada factor de necesidad (8), la asignación presupuestaria según el modelo y la asignación presupuestaria si fuera proporcional a cada uno de los factores independientemente, y las desviaciones negativas o positivas que se desea minimizar en las funciones objetivo referidas con anterioridad.

En el epígrafe 1 se han descrito los métodos VIA y STEM que son los que se utilizan en este trabajo. La elección de los métodos VIA y STEM como técnicas interactivas de resolución tiene que ver con el tipo de preferencias que el decisor manifestó. Frente a métodos que el decisor tiene que proporcionar los *tradeoffs* o tasas de intercambio locales entre objetivos, el decisor prefirió trabajar con niveles de referencia a conseguir, lo cual le resultaba más intuitivo y cómodo de suministrar.

De la misma forma, los métodos de generación de soluciones suelen funcionar algo peor cuando el número de funciones objetivo aumenta. Este hecho se debe principalmente a dos motivos: uno es que el coste computacional (nº problemas intermedios que resuelve en cada iteración) aumenta considerablemente y otro es el hecho de que las soluciones generadas en cada iteración suelen estar bastantes dispersas, lo cual produce algo de desconcierto en las preferencias del decisor.

De esta manera, se utilizan métodos interactivos basados en metas o niveles de referencia. Por una parte, se elige un método representativo y bien conocido en la literatura de los de punto de referencia como es el VIA (*Visual Interactive Approach*) de Korhonen y Laakso (1986), el cual obtiene varias soluciones minimizando la función escalarizada de logro para los niveles de referencia a conseguir proporcionados por el decisor y para otros niveles que se obtienen entre estos últimos y los valores alcanzados en los objetivos en la iteración previa. Por otro lado y debido al proceso de interacción con el decisor durante el proceso de resolución, se decidió utilizar otro método interactivo como es el STEM que permite mejorar en unos objetivos, a cambio de permitir empeorar otros, con unos topes máximos para estos últimos. La forma de manifestar las preferencias en el método STEM suele ser muy bien recibida entre decisores reales y posee una enorme aceptación en la literatura.

La metodología multicriterio interactiva y el software disponible (Caballero et al, 2002) permite un proceso flexible, dinámico y fácil para que el decisor compruebe instantáneamente las consecuencias de la revelación de sus preferencias sobre el modelo diseñado, permitiéndole reorientar estas preferencias en función de sus preferencias.

3.- Resultados de los modelos de programación matemática multicriterio Interactiva ajustada por variables de necesidad para las áreas sanitarias comarcales del Servicio Andaluz de Salud

Se han aplicado los métodos VIA y STEM así como analizando las ventajas e inconvenientes de cada método. El software PROMOIN desarrollado por los miembros del equipo de investigación resulta un instrumento flexible y poderoso para formalizar la toma de decisiones interactiva. Desde el punto de vista de los analistas, la valoración es positiva, toda vez que la implementación realizada permitió la adaptación a los requisitos del decisor de una forma dinámica. Es decir, es de destacar la facilidad de reacción del procedimiento ante cada cambio en la forma en que el decisor manifestaba sus preferencias. Además, el desarrollo del proceso de solución permitió confirmar la motivación original del proceso, en el sentido de que es cierto que el decisor real, más que ajustarse a las exigencias del método, observa las soluciones de cada iteración, y manifiesta sus opiniones de forma primaria, reaccionando ante los aspectos, a su juicio, más relevantes de la solución que ve. La implementación realizada sobre la base de los resultados teóricos obtenidos ha permitido crear un marco de trabajo en el que el analista es capaz de adaptarse a estas reacciones del decisor con, relativamente, poco esfuerzo.

Se han realizado 11 entrevistas durante los meses de febrero y marzo del 2.005, a diferentes directivos de Hospitales y Áreas de Gestión Sanitaria del Servicio Andaluz de Salud.

La mayoría de los directivos han optado por no volver a interactuar tras la primera interacción y también a no cambiar de método cuando se les ha dado la oportunidad ya que los resultados obtenidos les han sido muy satisfactorios.

Una vez finalizadas las entrevistas y por tanto la interacción de estos directivos con el modelo en la que cada uno de ellos ha manifestado sus preferencias, se han obtenido los resultados que son los que se analizan a continuación.

Los puntos de referencia modificados han correspondido principalmente al criterio "población" (8 veces), "mayores de 65 años" (10 veces) e "índice casuístico" (8 veces). En menos casos se ha seleccionado la variable "densidad de población" (5 veces) y solo ocasionalmente (1 o 2 veces) se han seleccionado las variables "mortalidad infantil", "renta per capita" y "tasa de desempleo". Por último la variable "tasa de analfabetismo" no ha sido elegida por ningún entrevistado.

Las variables "población", "densidad de población", "tasa desempleo" y "índice casuístico" participan en la solución de las 11 entrevistas, "mayores de 65 años" participa en la solución de 8, "mortalidad infantil" en la de 7, "tasa de analfabetismo" en la de 6 y "renta per cápita" en ninguna.

Las variables "población" y "tasa de desempleo" tienen la mayor ponderación con el 34.04 y 23.83% de media respectivamente, seguidas de "mayores de 65 años" con el 10.14%, "tasa de analfabetismo" con el 7.63%, "índice casuística" con el 7.43%, "densidad población" con el 4.84% y "mortalidad infantil" con el 4.19%.

Las diferentes entrevistas han presentado valores homogéneos en cuanto al incremento global de presupuesto necesario (entre un 18,6 y 39,4%) y la distribución final del presupuesto entre las AGS.

Con respecto al resultado final de cada una de las entrevistas en términos del porcentaje de incremento respecto al gasto del ejercicio anterior para cada AGS se muestra la diferencia que suponen las distintas preferencias de los directivos en la asignación presupuestaria para cada una de ellas. El cuadro muestra el resultado final de cada una de las entrevistas en términos del porcentaje de incremento respecto al gasto del ejercicio anterior para cada AGS. Igualmente se incluye la media del mismo para todas las entrevistas.

CUADRO: Porcentaje de incremento respecto al gasto del ejercicio anterior para cada Área de Gestión Sanitaria en cada una de las entrevistas y la media.

	ENTREV 1	ENTREV 2	ENTREV 3	ENTREV 4	ENTREV 5	ENTREV 6	ENTREV 7	ENTREV 8	ENTREV 9	ENTREV 10	ENTREV 11	MEDIA
H1	-5,1	-4,9	-4,9	-5,1	-5,1	-5,1	-5,0	-5,1	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0
H2	0,5	9,5	14,3	-0,2	-0,2	2,4	2,2	-0,2	7,9	4,9	3,1	4,0
H3	-5,0	-4,9	-2,4	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-4,9	-5,0	-5,0	-4,7
H4	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7
H5	15,3	11,6	9,8	15,6	15,6	12,4	14,8	15,6	12,1	13,7	14,9	13,8
H6	20,7	70,0	79,7	16,1	16,1	17,1	28,8	16,1	60,8	35,4	33,6	35,8
H7	148,9	136,4	111,1	148,5	148,5	74,2	145,8	148,5	135,4	115,5	151,5	133,1
H8	20,3	54,1	91,6	15,1	15,1	24,0	18,8	15,1	43,4	54,6	25,2	34,3
H9	12,0	43,0	78,4	6,9	6,9	19,4	8,8	6,9	32,8	46,2	14,2	25,0
H10	92,6	103,9	105,2	91,7	91,7	102,4	94,0	91,7	102,5	97,3	93,4	97,0
H11	-4,5	-4,3	-4,4	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,3	-4,5	-4,5	-4,5
H12	10,6	21,6	25,4	8,3	8,3	15,6	6,4	8,3	18,5	15,6	5,9	13,2
H13	18,2	7,4	5,8	17,0	17,0	9,0	7,7	17,0	6,7	13,4	6,8	11,4
H14	66,1	21,8	13,8	66,3	66,3	33,5	45,1	66,3	24,4	46,4	43,7	44,9
H15	70,3	81,4	124,4	69,3	69,3	93,2	73,0	69,3	77,3	105,8	77,0	82,8
H16	42,3	25,9	62,5	43,6	43,6	61,3	40,1	43,6	26,3	69,3	42,3	45,5
H17	58,2	138,7	185,1	51,6	51,6	106,8	71,7	51,6	124,5	113,9	76,8	93,7
H18	31,4	83,3	119,3	28,6	28,6	39,1	49,8	28,6	73,8	69,9	59,3	55,6
%global	20,0	30,5	39,4	18,6	18,6	21,4	20,0	18,6	27,6	28,3	21,5	24,0

Fuente: elaboración propia

Por ejemplo en la entrevista 1 al AGS H3 el modelo le asigna un 5% menos que el presupuesto del ejercicio anterior mientras que al AGS H10 le asigna un 92.6% mas que en el ejercicio anterior. También en la parte inferior del cuadro la desviación del presupuesto global asignado a todas las AGS el cual oscila entre 18.6 y un 39.4% mas que el presupuesto global del ejercicio anterior, produciéndose un aumento muy significativo en todas las soluciones

planteadas. Se cumplen, en este caso, las restricciones del modelo, entre las cuales se establecía que ningún AGS puede ver reducido su presupuesto en más de un 5% y que el presupuesto global asignado no puede crecer más de un 40% respecto del presupuesto del ejercicio anterior.

A pesar de la relativa homogeneidad que existe en los porcentajes que supone la asignación presupuestaria que distribuye cada variable respecto de la asignación presupuestaria global, en los que mayoritariamente las variables muy ponderadas lo son en todas las entrevistas y las poco ponderadas también lo son en todas ellas, se puede identificar una variación importante en las mismas. Por ejemplo, la variable población influye en el modelo en un rango que fluctúa entre un 27% para el entrevistado 3 y un 43% del entrevistado 6. En el caso de los mayores de 65 años, la tasa de desempleo o el índice de casuística varía entre el valores inferiores a 10% y próximos al 30%. La constante llega a distribuir hasta un 40% de la asignación presupuestaria, presentado los valores más altos en las entrevistas 6 y 10.

4.- Conclusiones

El presente estudio ha desarrollado un modelo de Programación Matemática Multicriterio Interactiva para la asignación de recursos a las 18 áreas sanitarias comarcales del Sistema Sanitario Publico Andaluz ajustada por variables de necesidad.

Se han seleccionado 8 variables de necesidad según la literatura relevante y la información disponible en el Sistema Sanitario Publico Andaluz. Esta selección se ha realizado *ad hoc* como instrumento para la formulación del modelo.

El modelo de programación matemática multicriterio interactiva permite incorporar las preferencias del decisor, optimizando simultáneamente las 9 funciones objetivo referidas a la minimización del presupuesto total a distribuir y a la relevancia de cada una de las 8 variables de necesidad seleccionadas.

El carácter interactivo de los métodos aplicados ha permitido al decisor contrastar las implicaciones de la utilización de sus preferencias para el cálculo de las soluciones intermedias, pudiendo incidir en los aspectos que le resulten desfavorecidos, a la vez que aprovechando los resultados del proceso ya iniciado.

Se ha impuesto como restricción que la asignación presupuestaria a cada área sea como mínimo el 95% del gasto del ejercicio anterior. Igualmente, para controlar el gasto total, se ha impuesto una restricción de un 140% con respecto al gasto histórico global. Adicionalmente, se han formulado 144 restricciones para relacionar analíticamente el presupuesto asignado según el

modelo diseñado y la posibilidad de que se hubiera hecho de forma proporcional a cada uno de los criterios de necesidad independientemente.

El *software* y la metodología utilizada formula funciones objetivo y restricciones lineales. Esto ha condicionado de forma importante el diseño de las mismas y los métodos disponibles para la obtención de soluciones. En la actualidad, el desarrollo de los métodos meta heurísticos, basados en la derivación de reglas a partir de la observación de la realidad y la revelación de preferencias del decisor, permitirán realizar una formulación mas flexible y acorde con los objetivos.

Los decisores entrevistados han mostrado alta satisfacción ante el proceso de decisión y los resultados.

En los resultados obtenidos en este proyecto de investigación se ha comprobado que el modelo de financiación basado en programación multicriterio interactiva aplica los criterios establecidos por los decisores en sus entrevistas. Analiza los indicadores del ejercicio anterior de cada Área de Gestión Sanitaria y comprueba la situación en la que se encuentra cada una de ellas corrigiendo las diferencias asignado un presupuesto mayor o menor en función de cada caso. En definitiva reordenando la financiación sanitaria de los distintos centros de gasto.

La metodología multicriterio interactiva y el software disponible un proceso flexible, dinámico y fácil para que el decisor compruebe instantáneamente las consecuencias de la revelación de sus preferencias sobre el modelo diseñado, permitiéndole reorientar estas preferencias en función de sus preferencias.

En conclusión, la Programación Matemática Multicriterio puede convertirse en un instrumento de ayuda a la toma de decisiones importante en entornos como el sanitario, en el que la complejidad de las decisiones y la multiplicidad de criterios que se utilizan dificultan que los tradicionales modelos monocriterio utilizados en la literatura económica estándar sean relevantes o incluso predictivos.

Bibliografía

- ARENAS MM, BILBAO B, CABALLERO R, GÓMEZ T, RODRÍGUEZ MV, RUIZ F(2002) "Analysis via goal programming of the minimum achievable stay in surgical waiting lists". *JORS*, 53(4): 387-396.
- ARENAS MM, LAFUENTE E, RODRÍGUEZ MV (1998). *Goal programming model for evaluating an hospital service performance*. Universidad de Oviedo.
- BLAKE J, CARTER MW (1997). *A Goal Programming Approach to Strategic Resource Allocation in Acute Care Hospitals*. Tesis Doctoral.
- BUTLER TW, KARWAN KR, SWEIGART JR, REEVES G. (1992). An integrative model-based approach to hospital layout. *IIE Transactions*, 24(2): 144-152.
- CABALLERO R, LUQUE M, MOLINA J, RUIZ F. (2002). PROMOIN: an Interactive System for Multiobjective Programming. *International Journal of Information Technology and Decision Making* 1 635-656.
- CHU L, HO MPP, LEE KKY Y LO HP (2000). "Nurses allocation models for maternal and child health services". *JORS* 51(10): 1193-1204.
- FONSECA F, FERREIRA LT, MONTEIRO LFA (1999) "Multicriteria decision making –an approach to setting priorities in health care". En: FALTER KH, BETTS DR, ROLKA DB, ROLKA HR Y SIEBER WK (Eds.). *Symposium on statistical bases for public health decision making: from exploration to modelling*. Willey & Sons.
- GIOKAS D (2002) "The use of goal programming, regression análisis and data envelopment análisis for estimating efficient marginal costs of hospital services. *Mcda* 11, 4-5: 261-168
- Korhonen, P. and Laakso, J. (1986a), *A Visual Interactive Method for Solving the Multiple Criteria Problem (VIA)*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 24, No. 2, pp. 277-287.
- Korhonen, P. and Laakso, J. (1986b), *Solving Generalized Goal Programming Problems Using a Visual Interactive Approach*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 26, No. 3, pp. 355-363.
- KWAK NK, LEE CH (1997) "A linear goal programming model for human resource allocations in a health-care organization". *Journal of Medical Systems*, 21(3): 129-140.
- LEE SM (1973). "An aggregative resource allocation model for hospital administration". *Socio-Economic Planning Sciences*, 7(4):381-395.
- LEE SM Y KWAK NK (1999) "Information resource planning for a health care system using an AHP-based goal programming method". *JORS*, 50(12): 1191-1198.
- López del Amo, MP (2001). *Modelo Multicriterio para la Financiación de hospitales comarcales del Servicio Andaluz de Salud*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas). Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Málaga.
- LUQUE M (2000). *Toma de decisiones multicriterio con métodos interactivos. Implementación computacional y aplicación a la economía de la salud*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas). Facultad de Ciencias Económicas (Málaga).
- MARTÍN F (1993). *Aproximación a la elaboración de un modelo de asignación de recursos hospitalarios mediante la programación por metas*. Tesis final. Programa MDOH. Universidad Politécnica de Valencia.
- MARTÍN JJ, LÓPEZ DEL AMO MP, CABALLERO R, MOLINA J (2001). "A goal programming scheme to determine the budget assignment among the hospitals of a sanitary system. En: ZANAKIS, DOUKIDIS, ZOPOUNIDIS (Ed). *Recent Developments and applications in decisión making*. Kluwer Academic Publishers.

- NEWHOUSE JP (1996). "Reimbursing Health Plans and Health Providers: Efficiency in Production Versus Selection". *Journal of Economic Literature*, 34: 1236-1265.
- NGUYEN J.M., P. SIX, D. ANTONIOLI, P. GLEMAIN, G. POTEL, P. LOMBRAIL AND P. LE BEUX (2004). "A simple method to optimize hospital beds capacity". *In Press, Corrected Proof, Available online 21 October 2004*.
- ORTÚN V, LÓPEZ-CASASNOVAS G Y SABÉS R (2001). *El sistema de Financiación capitulo: posibilidades y limitaciones*. Fulls Economics 35.
- PANITZ E (1988). *The Services Mix Decision in Not-For-Profit Organizations: A Math Programming Approach to Community Mental Health Service Mix Selection*. PhD Dissertation, University of Kentucky.
- RICE N, SMITH P (1999). *Approaches to capitations and risk adjustment in health care: an international survey*.
- RIFAI AK, PECENKA JO (1989). "An Application of Goal Programming in Healthcare Planning". *International Journal of Production Management*. 10, 28-37.
- RODRÍGUEZ MV, ARENAS M, BILBAO A, CERDÁ E. (1998). "Management of Surgical Waiting lists in Public Hospitals". *XIVth International Conference on Multiple Criteria Decision Making*. Universidad de Virginia.
- STUMMER C., DOERNER K., FOCKE A., HEIDENBERGER K. (2004). "Determining location and size of medical departments in a hospital network: A multiobjective decision support approach". *Health Care Management Science*, 7 (1), pp. 63-71.
- SWAMINATHAN J.M. (2003) "Decision support for allocating scarce drugs" *Interfaces*, 33 (2), pp. 1-11.
- YUAN Y., FELDHAMER S., GAFNI A., FYFE F., LUDWIN D. (2002). "The development and evaluation of a fuzzy logic expert system for renal transplantation assignment: Is this a useful tool?" *European Journal of Operational Research*, 142 (1), pp. 152-173. Cited 1 times.