

CONOCIMIENTO EN ACCIÓN: MÉTODOS DE ASIGNACION de ALIMENTOS A GRUPOS FAMILIARES. PROYECTO KOINONÍA

MOISÉS E. BUENO - MARÍA R. DOS REIS - GUSTAVO ILLESCAS
GUSTAVO TRIPODI - IGNACIO VALLEJOS - IGNACIO MÉNDEZ CASARIEGO
Facultad de Ciencias Exactas - Grupo de Investigación en Informática de Gestión del
Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA) - Universidad
Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) - Tandil - ARGENTINA
bueno@econ.unicen.edu.ar¹ - dosreis@econ.unicen.edu.ar¹ - illescas@exa.unicen.edu.ar² -
gtripodi@exa.unicen.edu.ar² - vallejos_ignacio@yahoo.com.ar³ -
nanomendezcasariego@hotmail.com³

Fecha Recepción: Agosto 2010 - Fecha Aceptación: Junio 2011

RESUMEN

Hoy día las organizaciones que trabajan en la acción social, con familias que presentan necesidades básicas insatisfechas, se enfrentan al problema de recursos escasos ante una demanda creciente.

Las principales acciones en la ayuda inmediata a estas familias, están relacionadas con asistencia alimentaria, salud, talleres de prevención y vestimenta, entre otras.

Este trabajo analiza el quehacer voluntario y el cierto grado de improvisación de estas organizaciones y propone un sistema que mejore las operaciones para lograr una asignación metodológica, pero a la vez signada de subjetividad y justicia necesaria, para tratar las necesidades que sufren las familias.

Actualmente, la distribución de bolsones de alimentos, en estas organizaciones, es una de las herramientas más utilizadas en la lucha contra el hambre de las familias en situaciones de pobreza y, en general, el bolsón es igual para todas las familias beneficiarias, aunque esto deja de lado el tratamiento de las necesidades específicas de cada miembro de estas familias.

La heurística diseñada y el modelo matemático propuesto en este trabajo, permiten a través de variables de análisis y contemplando la subjetividad del decisor, atender a las necesidades específicas de los grupos familiares, construyendo modelos de asignación de alimentos y criterios de decisión asociados.

¹ Docente de la cátedra de Investigación Operativa. Fac. Cs. Exactas - UNCPBA

² Profesor del Grupo de Investigación en Informática de Gestión - Fac. Cs. Exactas - UNCPBA

³ Alumno de la carrera Ingeniería de Sistemas de la Fac. de Cs. Exactas - UNCPBA

PALABRAS CLAVE: Función de utilidad multiatributo - Asignación - Sistema de apoyo a la decisión - Ponderación lineal - Heurística - Gestión del conocimiento - Acción social.

ABSTRACT

Today the organizations that work in the social action with families that suffer basic unsatisfied necessities, they face the problem of scant resources an increasing demand.

The principal actions in the immediate help to these families are related to food assistance, health, workshops of prevention and gown, between others.

This work analyzes the voluntary occupation and certain degree of improvisation of these organizations, and they proposes a system that improves the operations to achieve a methodological assignment, but simultaneously sealed of subjectivity and necessary justice; to treat the needs that suffer the families.

Nowadays, the distribution of food handbags, in these organizations, is one of the tools most used in the fight against the hunger of the families in poverty situations and, in general, the handbag is equal for all families' beneficiaries. Although, this omits the treatment of the specific needs of every member of these families.

The designed heuristic one and the mathematical model proposed in this work allow through some variables of analysis, at the same time that it is contemplated the decisor's subjectivity, to deal with the specific needs of the familiar groups. In that way they build some models of food assignment and associate decision functions.

KEY WORDS: Function of usefulness multiattribute - Allocation - Decision Support System - Linear weighting - Heuristics - Knowledge Management - Social action.

1. INTRODUCCIÓN

“La pobreza constituye uno de los peores males que enfrentan los individuos, ya que impide una vida prolongada, sana y aceptable, dificultando el desarrollo de toda la sociedad.

La complejidad de este fenómeno requiere que sea abordado desde un enfoque multidimensional, en el cual se contemplen todos los factores que contribuyen a que un grupo de individuos alcance esa condición.” (Ministerio de Economía de la Pcia. de Bs. As, 2002).

En estos días puede observarse que la distribución de los recursos que permite satisfacer necesidades básicas insatisfechas (NBI), para las familias con algún nivel de pobreza; es una tarea cada vez más compleja debido a que las personas con carencias son más numerosas que la disponibilidad misma de recursos en las instituciones que asisten a dichas familias.

La distribución de bolsones de alimentos, ya sea en entidades gubernamentales o no gubernamentales sin fines de lucro, es una de las herramientas más utilizadas en la lucha contra una necesidad básica insatisfecha como es la alimentación de las familias en situaciones de pobreza.

Del análisis efectuado en la confección y distribución de bolsones por parte de las organizaciones⁴, se desprenden dos cuestiones principales.

La primera cuestión a resolver es de qué forma se ordenan o atienden las familias ya que, fundamentalmente, se está atendiendo a una demanda numerosa en comparación con la oferta de bienes disponibles. Este punto generó un trabajo de ordenamiento de familias el cual fue planteado en Bueno, et al. (2010).

La segunda de las cuestiones y que constituye el objetivo del presente trabajo es; conociendo el orden o ranking de familias a asistir y utilizando conocimientos de Investigación Operativa (tales como función de utilidad multiatributo, la ponderación lineal, el análisis de decisiones - a través de un simulador- y el uso de heurísticas); se propone un modelo matemático que es implementado por una herramienta informática, capaz de mejorar la asignación de recursos alimenticios y aportar información que facilite y colabore en la tarea de toma de decisiones al usuario, el cual adopta el rol de decidor.

⁴ El análisis incluyó un relevamiento de metodología y software existente en la distribución de recursos por parte de organizaciones locales, nacionales e internacionales, tales como Banco de Alimento, Caritas, Rotary, Red Solidaria entre otras. Todas estas instituciones actúan conjuntamente en la ciudad de Tandil agrupadas en una Mesa Solidaria.

2. DESARROLLO

Es importante definir primeramente lo que se entiende como "Factor". Para resolver el problema de elegir los alimentos que se deben incluir en los bolsones de alimentos personalizados (es decir contemplando las necesidades específicas de cada miembro de la familia beneficiaria), se decidió crear una clasificación de distintas características presentes en los grupos familiares.

A estas cuestiones se las denominó factores y son: lactantes, diabéticos, hipertensos, adultos mayores, etc., en base al cumplimiento de éstos en los miembros de la familia, se determina qué posibles alimentos se les asignará a los beneficiarios.

A través del análisis previo realizado en forma colaborativa con los voluntarios de ciencias afines (asistentes sociales, medicina, nutrición, etc.) se determinan cuáles son los factores incidentes en cada uno de los miembros de la familia.

1.1. Variables de Entrada

Composición de un kit

Un kit está compuesto por una serie de productos y sus respectivas cantidades. Cada kit es asociado a un factor particular (enfermedad, grupo etario, etc.) y el total de diferentes tipos de kit se corresponde con un número existente de factores y se denota con n . Un kit K_i es de la forma presentada en TABLA 1 (donde $P_{K_i,j}$ es el producto j del kit K_i , $Q_{K_i,j}$ es la cantidad de unidades del producto $P_{K_i,j}$ en el kit K_i y r es el total de productos distintos del kit) siendo la composición de los distintos kits determinada por el usuario, en base a los requerimientos nutricionales asociados al correspondiente factor.

La clasificación de los grupos etarios, y los alimentos recomendados y restringidos para cada factor, fueron determinados por la colaboración de especialistas en medicina y nutrición (Dr. Cabana, com. pers.; Lic. Marconi, com. pers.; Lic. López, com. pers.)⁵.

⁵ Dr. J. L. C; Lic. M. J. M; Lic. A.L

Composición del stock

El stock de alimentos puede verse como en la TABLA 2 (considerando que P_{S_i} es el producto i del stock, Q_{S_i} es la cantidad de unidades del producto P_{S_i} en el stock, V_{S_i} es el valor de compra unitario del producto P_{S_i} , t es el total de productos distintos del stock) donde cada producto tendrá una cantidad determinada en existencia y su valor unitario de compra.

Monto de dinero disponible

Esta variable ($M_{\text{disponible}}$) representa el monto de dinero que será utilizado para la compra de alimentos, en caso que no haya cantidad suficiente de éstos en stock, durante el proceso de armado de los bolsones personalizados.

Cantidad de familias a asistir

El total de familias a asistir se indica mediante la variable m .

Tabla de factores de familias asistidas

La tabla contiene la cantidad de ocurrencias de cada factor existente en cada familia asistida, la misma tiene como filas a las familias y como columnas a los posibles factores. Su forma general es la presentada en TABLA 3.

Ranking de familias asistidas

Este ranking indica el orden de prioridad en el que se debe atender a las familias asistidas. Se representa mediante una tabla ordenada de familias, como la que se muestra en TABLA 4.

A modo de aclaración cabe decir que la forma y metodología aplicada para lograr ordenar las familias fue tratada ampliamente en la ponencia presentada en el congreso ENDIO 2010. Como resumen se puede decir que en base a calificaciones de un conjunto de variables socio-económicas establecidas por personas calificadas en el tema, se evalúan los integrantes, el grupo y la vivienda de las familias, conjuntamente con apreciaciones subjetivas de la asistente social; y todo esto genera un puntaje a la familia y de esta forma se establece un orden de mayor a menor necesidades que presentan.

1.2. Variables de Salida

Tabla de asignación de kits

Cada uno de los distintos métodos propuestos dará como resultado una asignación de kits a las distintas familias de la forma de la TABLA 5.

Monto de dinero disponible remanente

Cada método retornará el saldo del monto de dinero disponible destinado la compra de productos para el armado de bolsones personalizados. Esta variable se representa mediante $M_{\text{remanente}}$.

Otras variables de salida

Además de las mencionadas, existen otras variables de salida, cuyos valores se derivan de las variables ya existentes.

De éstas algunas son utilizadas en el proceso de mejora, en tanto que otras son de carácter informativo y estadístico.

Las variables extras de salida son referente a kits asignados y no asignados, productos a comprar, sobre el stock de productos, sobre el porcentaje de necesidades satisfechas y no satisfechas y sobre familias tales como "Total de familias asistidas y porcentaje correspondiente" y "Total de familias sin asistir y porcentaje".

1.3. Variables que surgen del proceso de asignación y explicación del proceso

Cada método de asignación explicado varía de los otros en el orden en que prioriza los factores y en la cantidad de factores que intenta satisfacer por familia, pero todos tienen en común la forma en la que satisfacen un factor determinado, es decir la manera en la que un kit asociado a un determinado factor es asignado a una familia dada, en caso de que ésta presente dicho factor.

En el proceso de asignación de un kit se toma cada producto del mismo, se comprueba que sea factible la existencia de las unidades del producto, y si se verifica que se pueden obtener todos los productos, el kit es asignado a la familia.

Así, para la asignación de una cantidad Q_{Kij} de un producto P_{Kij} perteneciente a un kit dado K_j , se procede como sigue:

1º) Si hay stock del producto, de modo que la cantidad existente sea mayor o igual a la solicitada ($Q_{S_{Kij}} \geq Q_{Kij}$), entonces se descuentan Q_{Kij} unidades del stock del producto y se asigna el producto, $Q_{S_{Kij}}$ representa las unidades en stock del producto $P_{Kij} \cdot Q_{S_{Kij}} = Q_{S_{Kij}} - Q_{Kij}$

2º) Si la cantidad en stock es menor que la solicitada $(Q_{S_{K_{ij}}} < Q_{K_{ij}})$, se toman $Q_{S_{K_{ij}}}$ unidades del stock (si $Q_{S_{K_{ij}}} \neq 0$), se actualiza el stock y se calcula el número de productos faltantes que debieran comprarse, así como el monto de dinero necesario para realizar esta operación.

$$Q_{K_{ij} \text{ aComprar}} = Q_{K_{ij}} - Q_{S_{K_{ij}}} \text{ y } M_{K_{ij} \text{ necesario}} = Q_{K_{ij} \text{ aComprar}} \times V_{S_{K_{ij}}}$$

Donde $V_{S_{K_{ij}}}$ indica el precio de adquisición unitario del producto $P_{K_{ij}}$.

Las variables $Q_{K_{ij} \text{ aComprar}}$ y $M_{K_{ij} \text{ necesario}}$ se calculan para cada producto $P_{K_{ij}}$, en la asignación de cada kit K_i a cada familia (en caso de que el stock no sea suficiente).

A continuación, si $M_{K_{ij} \text{ necesario}} \leq M_{\text{disponible}}$ se descuenta el monto de dinero del disponible y se destina dicho valor para la compra de productos, completando de esta manera la cantidad $Q_{K_{ij}}$ del producto.

$$M_{\text{disponible}} = M_{\text{disponible}} - M_{K_{ij} \text{ necesario}}$$

Si $M_{K_{ij} \text{ necesario}} > M_{\text{disponible}}$ significa que no hay dinero suficiente para la compra de los productos (lo que implicará que el kit K_i no se entregue, ya que el kit se entrega completo o no se entrega).

El proceso recién detallado se repite para cada producto $P_{K_{ij}}$ que componga el kit K_i .

1.4. Restricciones

Para cualquiera de los métodos de asignación que se analice, pueden plantearse otras restricciones generales, transformando los kits (y por consiguiente los productos que lo componen) y el stock al valor monetario equivalente.

Una restricción básica que debe satisfacerse es que la cantidad total de kits entregados expresados en dinero, no debe superar al equivalente monetario del stock existente más el monto de dinero disponible para compras. Esto es:

$$\boxed{\text{Monto en dinero de kits asignados} \leq \text{Stock en valor monetario} + \text{Monto disponible extra para compras}}$$

Sin embargo, aunque esta restricción parece intuitivamente correcta, pueden presentarse casos en los que si bien la restricción se cumple, la realidad no refleja lo correcto.

Las situaciones mencionadas son aquellas en las que en el stock existen productos que no pertenecen a ningún kit, es decir, son los casos en que el equivalente monetario del stock satisface la restricción expresada, pero considerando todos los alimentos existentes, y no sólo los necesarios para los kits.

Por esta razón la restricción general debe plantearse para cada producto de cada kit, y no de manera global para todos los alimentos.

La restricción es que el equivalente monetario a la cantidad total de unidades del producto P_{Kij} de un kit dado K_i (lo asignado a todas las familias), no debe superar al valor del stock del producto P_{Kij} más un monto adicional (si es requerido) para la compra de faltantes de unidades de P_{Kij} .

Entonces, para cada producto P_{Kij} de cada kit K_i del modelo, se debe satisfacer lo siguiente:

Cantidad del producto P_{Kij} ≤ Equivalente monetario + Monto adicional expresado en dinero del stock del producto P_{SKij} para producto P_{Kij}
--

Siendo: Cantidad del producto P_{Kij} expresado en dinero = Total de kits K_i entregados del factor i × Cantidad de unidades de P_{Kij} en 1 kit K_i × Valor de compra unitario V_{SKij} del producto.

Entonces la restricción, expresada algebraicamente, queda de la siguiente manera: $\sum_{f=1}^m (Q_{if}) \times Q_{Kij} \times V_{SKij} \leq (Q_{SKij} \times V_{SKij}) + MA_{Kij}$. Siendo:

$\sum_{f=1}^m (Q_{if})$ el total de kits K_i asignados a las familias, asociados al factor i ;
 m representa la cantidad de familias asistidas; Q_{Kij} es la cantidad de unidades del producto P_{Kij} en el kit K_i ; V_{SKij} es el valor unitario de

adquisición del producto P_{Kij} ; Q_{SKij} es la cantidad en stock del producto P_{Kij} y MA_{Kij} es el monto de dinero necesario para comprar la cantidad faltante de unidades del producto P_{Kij} .Este monto adicional es el resultante de sumar los montos individuales en cada asignación del producto P_{Kij} del kit K_i a cada familia asistida. El monto MA_{Kij} se calcula como:

Si las unidades del producto P_{Kij} en stock son suficientes para satisfacer la demanda total de ese alimento del kit para todas las familias, entonces no es necesario comprar unidades de este producto, por lo tanto no se requiere dinero. Entonces el monto MA_{Kij} será 0. Esto es:

$$Si Q_{SKij} \geq \sum_{f=1}^m (Q_{if}) \times Q_{Kij} \text{ entonces } MA_{Kij} = 0$$

En caso que no existan suficientes unidades del producto P_{Kij} en stock para satisfacer la demanda total, entonces es necesario comprar unidades de este producto. El monto requerido MA_{Kij} vendrá dado por:

$$Si Q_{SKij} < \sum_{f=1}^m (Q_{if}) \times Q_{Kij} ; MA_{Kij} = \sum_{f=1}^m (Q_{if}) \times Q_{Kij} \times V_{SKij} - (Q_{SKij} \times V_{SKij})$$

$$\rightarrow MA_{Kij} = (\sum_{f=1}^m (Q_{if}) \times Q_{Kij} - Q_{SKij}) \times V_{SKij}$$

Ahora, para cada producto de cada kit, surgirá este monto adicional que puede tener un valor igual o mayor a cero.

Dado que cada monto adicional se deduce del monto disponible total ($M_{disponible}$), debe suceder que la suma de estos montos adicionales para cada producto de cada kit, no supere a $M_{disponible}$.

Es decir, se debe cumplir que:

$$Monto\ Adicional\ Total \leq Monto\ disponible\ de\ dinero$$

En forma matemática, esta nueva restricción es:

$$\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^{r_i} MA_{Kij}) \leq M_{disponible}$$

Donde: MA_{kij} es el monto adicional necesario para comprar el faltante de unidades del producto P_{kij} del kit K_i ; r_i es el total de productos distintos del kit K_i ; n es el total de kits adicionales distintos.

1.5. Métodos de asignación

Asignación priorizando un factor a la vez.

Este método consiste en tener la lista de factores (o un subconjunto de ella) ordenada según la prioridad en la atención de los mismos.

Una configuración posible podría ser:

- 1°) Lactante.
- 2°) Desnutrición.
- 3°) Embarazo.
-
- n°) Hipertensión.

Ahora, en base a dicho orden, se toma un factor por vez y se recorre cada familia, analizando si cumple con la propiedad. En caso que así sea se le asigna el kit de alimentos asociado al factor. Una vez recorridas todas las familias, se continúa con el siguiente factor de la lista.

Este proceso se repite mientras haya stock y/o dinero disponible para la compra de kits.

Asignación según un subconjunto de factores

En este método se define un subconjunto de factores a analizar para la asignación de los kits.

Luego, para cada familia del ranking se comprueba si se cumple con cada factor del subconjunto, otorgándole el kit asociado en caso que corresponda, es decir si se verifica la propiedad analizada.

Vale destacar que en caso que una familia no cumpla ningún criterio del subconjunto, ésta no recibirá kit alguno. En general recibirá tantos kits como factores cumpla.

Así, esta forma de asignación prioriza una serie de factores en su conjunto y los aplica en su totalidad a cada familia según su orden en el ranking.

Por último, para el caso en el que al analizar una familia se comprueba que se cumple con más de un factor del subconjunto y el dinero disponible no cubre la compra de kits para satisfacer todos los factores, resulta necesario establecer un orden entre los factores del subconjunto.

Asignación de un número fijo de kits según un orden de factores

El método se basa en ordenar la lista de factores de acuerdo a la prioridad de atención requerida por cada factor, y en definir una cantidad de factores a satisfacer.

Luego se recorre cada familia del ranking y se intenta satisfacer la cantidad establecida de factores de acuerdo al orden de propiedades definido.

Si una familia cumple con 6 factores y el n° preestablecido es de 2, se le otorgará 2 kits, 1 por cada factor que cumpla de acuerdo a la lista ordenada de factores.

De esta manera, se asegura que; conforme alcance el stock y/o el dinero; cada familia del ranking reciba n kits, en contraposición al método anterior en el que si una familia no cumplía con los factores establecidos no recibía nada.

En conclusión, el método prioriza que la cantidad de kits entregados sea equitativo en relación a la posición de la familia en el ranking. Además, al fijar el n° de factores a cumplir, podemos decir que se cubre cierto porcentaje del total de factores considerados.

Asignación de un número variable de kits según un porcentaje de factores existentes por familia.

Esta forma de asignación consiste en definir cuál es el porcentaje deseado a cubrir de los factores particulares de cada familia del ranking y en especificar el orden de prioridad sobre el que se evaluarán los factores.

Para cada familia del ranking se evaluará el número total de factores que cumple, y sobre este total se calculará que valor corresponde al porcentaje definido previamente.

Así, si una familia tiene 8 factores y el porcentaje se fijó en 75%, el valor correspondiente de factores a satisfacer será de 6. Ahora, para saber cuáles son los 6 de 8 factores a satisfacer se deberá consultar la lista de prioridad de los factores generales.

Con esta metodología se intenta cubrir un porcentaje "X" de los factores presentes en cada familia.

1.6. Mejoras al sistema

Introducción

Los métodos de asignación propuestos tienen como objetivo asignar la mayor cantidad posible de kits a las familias, en otras palabras, "intentan dar todo lo que se pueda" a las familias asistidas.

Cada una de ellos realiza el proceso de asignación según diferentes criterios y tomando en cuenta distintas prioridades.

Como ya se mencionó, cada método se basa en asignar kits mientras existan los productos necesarios en stock o bien quede dinero del disponible para la compra de alimentos extras (éstas condiciones se verifican mediante la aplicación de las restricciones explicadas).

Luego de cada asignación quedará:

Stock remanente (del que se tomaron productos en la medida de lo posible).

Monto remanente del dinero disponible extra.

Dado que se supone que no se llegará a cubrir todas las "necesidades" de las familias por la falta de recursos (esto significa que habrá familias que queden sin recibir kits aunque presenten el factor asociado al mismo) se deduce que el saldo de dinero será nulo (o tendiendo a 0, por lo que $M_{\text{remanente}} \cong 0$).

A continuación, se detallan tres modelos de mejoras en los procesos: Mejora según criterio individual, mejoras por multicriterio y finalmente mejora multicriterio con ponderación por criterio.

Mejora según criterio individual

Cuando se plantea qué cuestiones deberían tenerse en cuenta para guiar al decisor en la elección de alguna de las asignaciones propuestas, se pensó en primera instancia que sería una buena opción tomar aquella configuración en la que quede mayor saldo de dinero disponible (es decir mayor $M_{\text{remanente}}$), pero luego queda descartada al analizar que todos los métodos devolverán un saldo casi nulo, tal como se explicó anteriormente.

A continuación, se consideraron otros criterios individuales, tales como maximizar el equivalente monetario del stock remanente, minimizar el mismo monto (priorizando la opción de asignación que más stock utilice), maximizar la cantidad de kits entregados, tomar aquella asignación que arroje el mayor promedio de las "necesidades" cubiertas de todas las familias, y otros criterios similares.

Se podrían tomar tantos criterios individuales, como variables ó combinaciones de ellas existan.

A modo de ejemplo, consideremos el siguiente criterio individual mediante la aplicación de seis métodos de asignación:

Ejemplo: Maximizar la cantidad de kits entregados

En base a este criterio, se aconsejará al decisor optar por aquel método de asignación, $Asig_p$, en el que la cantidad total de kits entregados sea la mayor de las cantidades de todos los métodos propuestos. Supongamos que tenemos las siguientes cantidades de kits asignados para cada método.



	$Asig_1$	$Asig_2$	$Asig_3$	$Asig_4$	$Asig_5$	$Asig_6$
Total de Kits Asignados	23	47	19	38	25	12

Así, el método escogido será $Asig_2$, ya que el valor del total de kits es el mayor de los valores de todos los métodos, es decir es el método que verifica:

$$kits_{Asig_i} = \max(kits_{Asig_1}, kits_{Asig_2}, kits_{Asig_3}, kits_{Asig_4}, kits_{Asig_5}, kits_{Asig_6})$$

Siendo $kits_{Asig_i}$ el total de kits asignados según el método $Asig_i$. Por lo tanto, para este ejemplo tendremos $Asig_2$, siendo $kits_{Asig_2} = 47$ kits.

Forma general de la mejora según criterio individual

La forma general de mejorar, se puede apreciar en la TABLA 6, teniendo en cuenta las siguientes referencias:

- $Asig_{i..n}$ son los métodos de asignación propuestos.
- n es el total de métodos de asignación.
 - V_{AiC} representa el valor del criterio tomado en cuenta para la asignación $Asig_i$.
- V_{Opt} es el mejor valor para el criterio, y será:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{. Si se maximiza} \rightarrow V_{Opt} = \max(V_{A1C}, V_{A2C}, K, V_{AnC}) \\ \text{. Si se minimiza} \rightarrow V_{Opt} = \min(V_{A1C}, V_{A2C}, K, V_{AnC}) \end{array} \right.$$

Por último, el método de asignación recomendado, según se requiera maximizar o minimizar los valores considerados; será:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{. Si se maximiza} \rightarrow Asig_i, \text{ tal que } V_{AiC} = V_{Opt} = \max(V_{A1C}, V_{A2C}, K, V_{AnC}) \\ \text{. Si se minimiza} \rightarrow Asig_i, \text{ tal que } V_{AiC} = V_{Opt} = \min(V_{A1C}, V_{A2C}, K, V_{AnC}) \end{array} \right.$$

Mejoras por multicriterio

Motivación

El problema que se suscita respecto de las posibles mejoras empleando criterios individuales es cuál de éstos utilizar, y, si bien se podría dejar esa tarea al tomador de decisiones, el hecho de que se considere de a un criterio a la vez, reduce la percepción del usuario sobre las otras variables relacionadas del modelo y condiciona su correcta elección del método de asignación de kits.

Por esta razón, se decide incorporar la mejora por múltiples criterios.

Desarrollo

En la presente mejora se presenta al tomador de decisiones un conjunto de criterios a tener en cuenta, junto con los valores individuales resultantes de cada método evaluado sobre el criterio, y se agrega el mejor valor de cada criterio indicado.

Esta información se muestra en una tabla con el formato de TABLA 7, en donde las filas indican los diferentes criterios y las columnas representan los métodos de asignación, teniendo en cuenta las siguientes referencias:

- $Asig_{.i}$ son los métodos de asignación propuestos.
- n es el total de métodos de asignación.
- Criterio j indica el criterio j .
- m es la cantidad de criterios tomados en cuenta.
- $V_{A_i C_j}$ representa el valor de la asignación $Asig_i$ evaluada según el criterio j .
- $V_{Opt_{C_j}}$ es el mejor valor para el criterio j , y vendrá dado por:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Si se maximiza} \rightarrow V_{Opt_{C_j}} = \max (V_{A_1 C_j}, V_{A_2 C_j}, K, V_{A_n C_j}) \\ \text{Si se minimiza} \rightarrow V_{Opt_{C_j}} = \min (V_{A_1 C_j}, V_{A_2 C_j}, K, V_{A_n C_j}) \end{array} \right\}$$

Ejemplo:

Supongamos 6 métodos de asignación y los 3 criterios que se proponen a continuación:

Criterio₁ = "Maximizar la cantidad de kits entregados".

Criterio₂ = "Minimizar el equivalente en dinero del total de kits asignados".

Criterio₃ = "Maximizar el promedio de unidades de productos entregados por familia"

En la Tabla 8: Asignación-Criterio se puede apreciar el ejemplo.

Si bien ahora el tomador de decisiones puede considerar más de un criterio para elegir el método de asignación, se observa que este esquema presenta dos inconvenientes, el primero es el problema de decisiones que encontrará el usuario para escoger el método, al encontrarse con todos los valores mejorados para los diversos criterios considerados. El otro inconveniente es que es posible que se preste a confusión, ya que la información presente en él puede estar expresada en distintas unidades (pesos, cantidad de kits, porcentajes, etc.). En el ejemplo:

para el Criterio₁, el mejor valor es el de la asignación Asig₂, por ende es el método de asignación propuesto.

para el Criterio₂, el mejor valor es el de la asignación Asig₆

para el Criterio₃, el mejor valor es el de la asignación Asig₄

Según los diferentes criterios a evaluar, el método sugerido puede variar en cada caso. Por ello, quien deba tomar la decisión tendrá que analizar los criterios y sus valores asociados, de acuerdo a la subjetividad de la persona y a la utilidad que asigne a la matriz Asignación - Criterio.

Mejora multicriterio con ponderación por criterio

Con el fin de subsanar los problemas mencionados, se propone una nueva alternativa de optimización. La misma consiste en que el tomador de decisiones brinde una ponderación de importancia para cada uno de los criterios considerados, es decir debe darle un "peso" a cada criterio.

Luego, se incorpora una función asociada a cada método de asignación propuesto, la cual es la suma de las ponderaciones dadas a cada criterio multiplicadas por los correspondientes valores del método evaluados según dicho criterio.

Finalmente, el método de asignación sugerido será aquel que maximice el valor correspondiente a la evaluación de la función para cada uno de los métodos.

Ponderaciones de los criterios

Todos los criterios tenidos en cuenta serán considerados con diferente grado de importancia, el cual vendrá dado por la ponderación asociada a cada criterio otorgada por el tomador de decisiones.

Esto es: - $pond_j$ la ponderación asociada al criterio j .

- m es el total de criterios considerados.

Se puede considerar a cada ponderación $pond_j$ como el porcentaje de relevancia ($pond_j \times 100\%$) del Criterio_j sobre la propuesta del método de asignación.

Debe cumplirse que cada ponderación tome valores entre 0 y 1, y que la suma de todas éstas sea 1.

$$\forall j, 0 \leq pond_j \leq 1; \sum_{j=1}^m pond_j = 1$$

Ejemplo:

Así, para el ejemplo anterior una posible instanciación de las ponderaciones podría ser: Criterio₁ 0,3; Criterio₂ 0,2; Criterio₃ 0,5.

En esta configuración se cumple que:

$$0 \leq pond_1 = 0,3 \leq 1, 0 \leq pond_2 = 0,2 \leq 1, 0 \leq pond_3 = 0,5 \leq 1 \text{ y}$$

$$\sum_{j=1}^3 pond_j = 0,3 + 0,2 + 0,5 = 1$$

Valor ponderado

El valor ponderado es el equivalente a multiplicar la ponderación $pond_j$ dada a un Criterio_j, por el valor V_{Asig_j} de la asignación $Asig_j$ evaluada según el criterio j . Esto es: $P_{Asig_j} = pond_j \times V_{Asig_j}$

Normalización de los valores de las variables utilizadas en los criterios

Un criterio es considerado como la aplicación de la función maximizar ó minimizar sobre una variable ó combinaciones de ellas.

Como ya se mencionó, los valores de estas variables pueden estar expresados en distintas unidades (cantidad de productos, de familias, moneda, porcentajes, etc.)

Para el ejemplo visto, las unidades de acuerdo a los criterios, son:

Criterio₁ = "Maximizar la cantidad de kits entregados"; Kit

Criterio₂ = "Minimizar el equivalente en dinero del total de kits asignados"; Unidad monetaria

Criterio₃ = "Maximizar el promedio de unidades de productoso entregados por familia"; Cantidad promedio de productos

Ahora, al encontrarse las variables expresadas en distintas unidades, sucede que el valor ponderado depende del dominio de la variable considerada en el criterio (o de los dominios, si involucra a más de 1 variable).

Por esta razón, es necesario normalizar los valores de las variables, dividiendo cada valor $V_{A_i C_j}$, por el máximo de los valores para Criterio j .

En forma algebraica queda expresado de la siguiente manera:

$$N_{A_i C_j} = \frac{V_{A_i C_j}}{\max(V_{A_i C_j}, V_{A_2 C_j}, \dots, V_{A_n C_j})} \quad . \text{ Siendo:}$$

- $V_{A_i C_j}$ representa el valor de la asignación $Asig_i$ evaluada según el criterio j
- $N_{A_i C_j}$ es el valor normalizado
- n es el total de métodos de asignación

En general, la tabla asignación- criterio normalizada, se muestra en TABLA 9.

Transformación de la función minimizar

Como se mencionara oportunamente, cada criterio aplica una función a maximizar ó minimizar sobre una variable ó combinaciones de ellas. Dado que en el proceso de mejora se calculará una función asociada a cada método de asignación propuesto, la cual es la suma de las ponderaciones de cada criterio multiplicadas por los correspondientes valores del método evaluados según dicho criterio, es necesario la unificación de los criterios, es decir que sean todos maximizar o minimizar.

Con este propósito, se transforman las funciones minimizar de los criterios considerados en funciones maximizar. Así, teniendo todos los valores normalizados, tales que $0 \leq x_i \leq 1$, la función minimizar puede expresarse en función de maximizar, como sigue:

$$\min(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 - \max(1 - x_1, 1 - x_2, \dots, 1 - x_n) = x_{\min} \quad |$$

En forma general, para el Criterio j , cuya función sea minimizar, cada valor será: $N_{A_i C_j} = 1 - N_{A_i C_j}$ |

Funciones objetivos por método de asignación

Se incorpora una función Z_{Asig_i} para cada método de asignación $Asig_i$, la cual vendrá dada por la suma de las ponderaciones de cada criterio multiplicado por su correspondiente valor normalizado, esto es:

$$Z_{Asig_i} = pond_1 \times N_{A_iC_1} + pond_2 \times N_{A_iC_2} + \Lambda + pond_m \times N_{A_iC_m}$$

$$\rightarrow Z_{Asig_i} = \sum_{j=1}^m (pond_j \times N_{A_iC_j}) . \text{ Siendo:}$$

- $N_{A_iC_j}$ el valor normalizado de la asignación $Asig_i$ evaluada según el criterio $Criterio_j$.

- m el total de criterios considerados.

- $pond_j$ la ponderación asociada al $Criterio_j$

Incorporando esta información en la tabla general, nos quedaría según el formato de la TABLA 10.

Por último, el método de asignación recomendado al tomador de decisiones, será aquel que permita maximizar el valor calculado de los Z_{Asig_i} .

Método sugerido = $Asig_i$, tal que:

$$Z_{Asig_i} = \max(Z_{Asig_1}, Z_{Asig_2}, \Lambda, Z_{Asig_n})$$

Es importante destacar que en la tabla también se reflejan los criterios individuales con sus mejores valores, y además, es posible utilizar la mejora propuesta como una mejora por criterio individual, ponderando con valor 1 al criterio elegido, y con valor 0 a los restantes criterios.

1.7.El sistema desarrollado

El trabajo no menor de implementar un software que refleje el modelo planteado y se convierta en una herramienta de ayuda en la toma de decisiones, se constituye en un elemento fundamental como corolario del presente trabajo.

El software desarrollado permite establecer factores a considerar, kits de alimentos que se adecuan a los factores, distintos métodos de asignación y un conjunto de criterios a evaluar (ver FIGURA 1).

Si bien el software no se ha desarrollado completamente, la posibilidad que brinda de correr simulaciones de escenarios posibles de asignación de bolsones, se presenta como una herramienta facilitadora al decisor de asignar y constituir los bolsones de alimentos; conjuntamente con brindar una fuente importante de control y registro de lo actuado.

2. CONCLUSIONES

Atender a problemáticas sociales y tan sensibles como necesidades básicas insatisfechas en familias con cierto grado de pobreza, constituye por sí solo un desafío importante.

El desafío se acentúa en este trabajo por la dualidad entre el objetivo planteado de crear un modelo matemático y su posterior implementación en software, y la crudeza subjetiva y cambiante de la realidad, que hace imprescindible la cuantificación de las necesidades; con todos los riesgos de injusticia que esto conlleva.

Esta realidad obliga al modelo a presentar flexibilidad de tal forma de incorporar la subjetividad del decisor y esto, desde el punto de vista de desarrollo de software se logra a través de permitir la parametrización del sistema que, en el modelo matemático tiene su correspondiente ponderación lineal.

Para lograr una asignación de los recursos escasos de la mejor forma en un modelo matemático multicriterio como el presentado, y reconocida la propiedad que los sistemas de apoyo multicriterio no presentan un óptimo; es que se estableció la necesidad de permitir simular situaciones. En términos del software este permite realizar simulaciones y "analizar" cada corrida, perfeccionando la composición y asignación de, en este caso; los bolsones de alimentos.

La conjunción de los aspectos mencionados, en definitiva permite gestionar el conocimiento adquirido y optimizar la asignación de los recursos.

perfeccionando la composición y asignación de, en este caso; los bolsos de alimentos.

La conjunción de los aspectos mencionados, en definitiva permite gestionar el conocimiento adquirido y optimizar la asignación de los recursos.

3. TABLAS Y FIGURAS

Producto	Cantidad
P_{K_i}	Q_{K_i}
$P_{K_{i_2}}$	$Q_{K_{i_2}}$
...	...
P_{K_i}	Q_{K_i}

TABLA 1: Composición de un kit

Producto	Cantidad	Valor unitario
P_{S_1}	Q_{S_1}	V_{S_1}
P_{S_2}	Q_{S_2}	V_{S_2}
...
P_{S_i}	Q_{S_i}	V_{S_i}

TABLA 2: Stock de Productos

	F_1	F_2	...	F_n
Familia A	O_{1A}	O_{2A}		O_{nA}
Familia B	O_{1B}	O_{2B}		O_{nB}
...				
Familia Z	O_{1Z}	O_{2Z}		O_{nZ}

TABLA 3: Tabla de Factores por Familia

Posición	Familia
1	Familia A
2	Familia B
3	Familia C
...	
m	Familia Z

TABLA 4: Ranking de Familias

	K_1	K_2	...	K_n
Familia ₁	Q_{11}	Q_{21}		Q_{n1}
Familia ₂	Q_{12}	Q_{22}		Q_{n2}
...				
Familia _m	Q_{1m}	Q_{2m}		Q_{nm}

TABLA 5: Tabla de Asignación de Kits

	$Asig_1$	$Asig_2$	...	$Asig_n$	Mejor Valor
Criterio	$V_{1\&}$	$V_{2\&}$	...	$V_{n\&}$	V_{Opt}

TABLA 6: Mejora según criterio individual

	$Asig_1$	$Asig_2$	$Asig_3$	.....	$Asig_n$	Mejor Valor
$Criterio_1$	$V_{A_1C_1}$	$V_{A_2C_1}$	$V_{A_3C_1}$	.....	$V_{A_nC_1}$	V_{optC_1}
$Criterio_2$	$V_{A_1C_2}$	$V_{A_2C_2}$	$V_{A_3C_2}$	.....	$V_{A_nC_2}$	V_{optC_2}
.....
$Criterio_m$	$V_{A_1C_m}$	$V_{A_2C_m}$	$V_{A_3C_m}$	.....	$V_{A_nC_m}$	V_{optC_m}

TABLA 7: Mejora multicriterio

	$Asig_1$	$Asig_2$	$Asig_3$	$Asig_4$	$Asig_5$	$Asig_6$	Mejor Valor
$Criterio_1$	23	47	19	38	25	12	47 MAX
$Criterio_2$	\$1050	\$1938	\$525	\$2326	\$880	\$498	\$498 MIN
$Criterio_3$	9,5	17	20	21	11	6,66	21 MAX

TABLA 8: Asignación – Criterio: Ejemplo

	$Asig_1$	$Asig_2$	$Asig_n$	Mejor Valor Normalizado
$Criterio_1$	$N_{A_1C_1}$	$N_{A_2C_1}$	$N_{A_nC_1}$	N_{OptC_1}
$Criterio_2$	$N_{A_1C_2}$	$N_{A_2C_2}$	$N_{A_nC_2}$	N_{OptC_2}
.....
$Criterio_m$	$N_{A_1C_m}$	$N_{A_2C_m}$	$N_{A_nC_m}$	N_{OptC_m}

TABLA 9: Tabla asignación – criterio normalizada

Ponderación	Criterio	$Asig_1$	$Asig_2$	.....	$Asig_n$	Mejor Valor Normalizado
$pond_1$	$Criterio_1$	$N_{A_1C_1}$	$N_{A_2C_1}$	.....	$N_{A_nC_1}$	N_{OptC_1}
$pond_2$	$Criterio_2$	$N_{A_1C_2}$	$N_{A_2C_2}$	.....	$N_{A_nC_2}$	N_{OptC_2}

$pond_m$	$Criterio_m$	$N_{A_1C_m}$	$N_{A_2C_m}$	.....	$N_{A_nC_m}$	N_{OptC_m}
	Funcionales p/asignación	Z_{Asig_1}	Z_{Asig_2}	...	Z_{Asig_n}	

TABLA 10: Funciones objetivos según métodos de asignación

Crear Simulación-FACTORES

FACTORES A CONSIDERAR:

- 01 LACTANTE
- 02 PRIMERA INFANCIA
- 03 SEGUNDA INFANCIA
- 04 ADULTO

Crear Simulación-ALIMENTOS POR FACTORES

ALIMENTOS POR FACTORES A CONSIDERAR:

Se presenta el nombre de los alimentos con precio de adquisición y de mercado.

02 PRIMERA INFANCIA

ACEITE DE GIRASOL (0.30 - 5.12)	ACEITE DE MAIZ-PV-CO (0.30 - 9.89)
ACEITE DE MAIZ-PV-CO (0.30 - 9.89)	ACEITE MEZCLA LIGHT PET (0.30 - 5.55)
ACEITE DE GIRASOL (0.30 - 5.12)	

Crear Simulación-ELECCION DE METODOS

ACEITE 1

04 ADULTO

METODOS A CONSIDERAR:

<input type="checkbox"/> PRORIZANDO UN FACTOR A LA VEZ	ACEITE 1	ACEITE 2	ACEITE 3	ACEITE 4	ACEITE 5
<input type="checkbox"/> SEGUN UN SUBCONJUNTO DE FACTORES					
<input checked="" type="checkbox"/> 02 PRIMERA INFANCIA					
<input type="checkbox"/> 04 ADULTO					
<input type="checkbox"/> Nº FIJO DE KITS, SEGUN UN ORDEN DE FACTORES					
<input type="checkbox"/> 45					
<input type="checkbox"/> Nº VARIABLE DE KITS, SEGUN PORCENTAJE DE FACTORES EXISTENTES POR FAMILIA					
<input type="checkbox"/> 50.000					

Crear Simulación-ELECCION DE CRITERIOS

CRITERIOS A CONSIDERAR:

MAXIMIZAR LA CANTIDAD	
TOTAL DE KITS ASIGNADOS	0.300
MAXIMIZAR EL PROMEDIO	
DE KITS ASIGNADOS POR FAMILIA	0.100
MAXIMIZAR LA CANTIDAD	
TOTAL DE PRODUCTOS ASIGNADOS	
MAXIMIZAR EL PROMEDIO	
DE PRODUCTOS	

FIGURA 1

4. REFERENCIAS

1. APUNTES DE CÁTEDRA DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA. FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS. UNCPBA.
2. CARITAS. Sitio Web: <http://www.caritas.org>
3. CARITAS KOINONIA. Sitio Web: <http://www.caritaskoinonia.org.ar>
4. BUENO, M.; DOS REIS, M.; ILLESCAS, G.; TRIPODI, G.; VALLEJOS, I; MENDEZ CASARIEGO, I. (2010): "CONOCIMIENTO EN ACCIÓN: RANKING DE FAMILIAS SEGÚN NECESIDADES BÁSICAS INSTATISFECHAS - PROYECTO KOINONIA" XXIII ENDIO, EPIO II ERABIO, Tandil, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-987-24267-1-2.
5. Entrevista: DR. CABANA, JORGE, Médico Pediatra - Tandil
6. Entrevista: LIC. EN NUTRICIÓN MARCONI, MARÍA J. - Saladillo
7. Entrevista: LIC. EN NUTRICIÓN LÓPEZ, ANA - Tandil
8. MINISTERIO DE ECONOMÍA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (2002): "POBREZA: DEFINICIÓN, DETERMINANTES Y PROGRAMAS PARA SU ERRADICACIÓN" CUADERNOS DE ECONOMÍA N° 65. Págs. 11-17. Fuente: <http://www.mecon.gov.ar>