

Estudios de Economía Aplicada  
Nº 15, 2000. Págs. 29-45

# **Análisis multiobjetivo de las necesidades docentes de los departamentos universitarios: una aplicación a la Universidad de Valladolid**

CABALLERO FERNÁNDEZ, R.  
GONZÁLEZ LOZANO, M.  
MOLINA LUQUE, J.  
*Depart. Economía Aplicada  
Universidad de Málaga*  
CASTRODEZA CHAMORRO, C.  
PEÑA GARCÍA, T.  
*Depart. Economía Aplicada  
Universidad de Valladolid*

Los autores agradecen muy sinceramente los comentarios del evaluador que han ayudado a mejorar el trabajo.

## RESUMEN

La mayor parte de la financiación universitaria en España debe de estar ligada a los objetivos y resultados de las distintas Universidades. La finalidad de este trabajo es mostrar cómo un modelo de Programación por Metas puede ser un instrumento muy útil en el proceso de análisis y toma de decisiones de las necesidades docentes de un sistema universitario, sobre todo cuando se trata de realizar una asignación eficiente de recursos financieros entre las unidades que lo componen. Concretamente, centramos nuestro estudio en los distintos Departamentos que imparten docencia en la Universidad de Valladolid (UVA). Los datos utilizados en este trabajo los hemos obtenido de la información publicada por dicha Universidad en 1998 sobre distintos aspectos de la misma, datos que nos permiten reflejar la situación real en el pasado curso académico del profesorado y de la docencia en los diferentes Departamentos que conforman la UVA.

*Palabras clave:* Programación por Metas, Educación, Universidad.

## ABSTRACT

The greatest part of the university financing system in Spain must be based on the objectives and results of the different universities. The aim of this paper is to show how a Goal Programming model can be a very useful instrument in the decision-making process in a university system, specially in the case of determining the efficient resource allocation among the units that form the system. Specifically, our study is centred on the different Departments of the University of Valladolid (UVA). The data of this study are based on the information published by this University in 1998 about different aspects of it, data that aim to show the real staff and teaching situation of the last academic year in the different Departments of the UVA.

*Keywords:* Goal Programming, Education, University.

**Código Unesco:** 120709; 531204.

Artículo recibido en octubre de 1999. Revisado en enero de 2000.

## **1. Introducción**

La gestión y financiación de la enseñanza superior requiere una planificación adecuada con objeto de garantizar una gestión racional y la optimización de los recursos disponibles. Las instituciones de enseñanza superior deben adoptar estrategias de gestión con visión de futuro que respondan a las necesidades de su entorno siendo el fin último de la gestión la consecución de sus objetivos institucionales prestando a la sociedad una enseñanza y una investigación de alta calidad.

Por otra parte, difícilmente se presenta en una institución universitaria una situación en la que todos los objetivos definidos sean alcanzables en los niveles fijados por el decisor y, además, de una forma simultánea. La consideración conjunta de distintos objetivos en la toma de decisiones en la Educación Superior hace que surja el conflicto entre los mismos, de hecho, cualquier decisión será el resultado de un compromiso entre los distintos criterios que entran en conflicto. De ahí que los métodos multicriterio estén teniendo un significativo impacto dentro del sistema educativo universitario.

Por todo ello, en este trabajo mostramos cómo la Programación por Metas puede ser un instrumento muy útil en el proceso de análisis y de toma de decisiones de las necesidades docentes de un sistema universitario, sobre todo cuando se trata de realizar una asignación eficiente de recursos financieros entre las distintas unidades que lo componen. En este sentido debemos destacar la existencia de trabajos que formulan modelos de toma de decisiones multicriterio en el campo de la Educación Superior, trabajos recopilados por Mustafa y Goh (1996) cuyo artículo recoge como trabajo pionero el de Lee y Clayton (1972) donde se trata de determinar el número de profesores de cada categoría posible que se debe contratar en una Universidad. También se resalta la problemática de la asignación de estudiantes a distintos grupos, con objeto de formar grupos equilibrados en términos de tamaño y en términos de distribución de cada atributo a través de los grupos, problema analizado entre otros por Behestian –Ardekani y Mahmood (1986). Por último, podemos señalar la existencia de modelos realizados para la Universidad Española (Caballero et al. (1998) y (1999)).

Concretamente, este último modelo es el que tomamos como base para este trabajo, centrando nuestro estudio en los 79 Departamentos de la Universidad de Valladolid (UVA), que son las unidades funcionales más adecuadas para nuestro estudio ya que en ellas suelen ser más coincidentes los objetivos docentes perseguidos y la coordinación de la investigación realizada. Los datos utilizados han sido

obtenidos de la información publicada por la UVA en 1998, información que recoge diversos aspectos que nos permiten conocer la situación real de partida.

## **2. Objetivos**

Uno de los principales retos que tiene planteados nuestra Universidad es fijar objetivos y evaluar su cumplimiento, de tal forma que los centros decisores de dicha institución puedan diseñar y ejecutar una política que suponga una mejora de la calidad en la provisión de los servicios docentes y de investigación.

Sabemos que no existe un criterio uniforme para la determinación de la partida presupuestaria dedicada a gastos de personal. Ahora bien, la mayoría está de acuerdo en afirmar que los gastos de personal están directamente relacionados con la cantidad de recursos humanos de que disponen las Universidades: número de alumnos, plantilla teórica de profesorado, etc. Este hecho nos permite plantear un problema multiobjetivo que recoja en cada una de nuestras exigencias o deseos, los niveles que pretendemos alcanzar teniendo en cuenta la situación inicial de partida.

Con todo esto, cuatro son los objetivos que nos planteamos donde, como veremos, existe un gran número de parámetros a determinar por el equipo de gobierno de cada Universidad, todo ello sin que sea necesario decir que los objetivos pueden ser modificados de acuerdo con las necesidades que se consideran, pues, como hemos comentado en la introducción, nuestro planteamiento consiste en resaltar la utilidad de la Programación por Metas en la modelización universitaria.

El objetivo que nos marcamos en primer lugar es que las necesidades docentes de cada uno de los Departamentos estén cubiertas, en la medida de lo posible, por su plantilla. La Universidad, a la hora de dotar presupuesto a los distintos Departamentos ha de tener en cuenta no sólo las horas reales demandadas a cada área de conocimiento, sino también la división de dichas horas en clases teóricas y prácticas así como, el número de alumnos adecuado que deben formar, sobre todo, los grupos prácticos.

En segundo lugar, tuvimos en cuenta la calidad y estabilidad del personal docente e investigador que conforman los distintos Departamentos. Por ello, nos propusimos aumentar, en lo posible, el número de profesores funcionarios en las categorías que exigen el título de doctor.

Por otra parte, una clara crítica que recibe el sistema universitario nacional es la masificación de la enseñanza. Dicha crítica está bastante presente en los equipos de gobierno de las distintas Universidades y en nuestro modelo y, por eso, otra de las cuestiones a tener en cuenta para dotar de presupuesto a cada Departamento es el número de alumnos que demandan sus servicios.

Por último, consideramos justo dotar de recursos a aquellas unidades funcionales cuyo coste por crédito impartido se encuentre por debajo del coste real medio por crédito impartido en la Universidad analizada, ya que estas unidades funcionales están formadas por plantillas poco estables constituidas por un gran número de contratados siendo esta la principal razón por la que resulta más barato el coste de los créditos que imparten.

### 3. Formulación matemática del modelo

Una vez planteados nuestros objetivos, y obtenidos los datos necesarios teníamos que decidir cuáles iban a ser nuestras variables.

Dado que existen tres grandes grupos dentro de las posibles plazas que cada Departamento puede solicitar para ir conformando su plantilla consideramos que una de cada uno de ellos podían constituir las variables de nuestro sistema dado que el personal docente e investigador constituye la principal o más relevante entrada del mismo.

Así nos encontramos con las siguientes variables:

- 1) **AS**: importe destinado a la contratación de profesores asociados, categoría que viene a cubrir una necesidad principalmente docente puesto que su contrato conlleva una carga docente anual relativamente alta.

En ocasiones nos interesará expresar esta variable en créditos. Para ello la dividiremos por el factor:

$$\frac{SAL\ ATC}{CRED\ AS}$$

donde por SAL ATC representamos el salario de un profesor asociado a tiempo completo y por CRED AS el número de créditos que tiene asignado, por contrato, un asociado.

- 2) **AY**: importe destinado a la contratación de profesores ayudantes. Aquí nos encontramos con una importante diferencia con el caso anterior y es que este tipo de profesorado tiene una carga docente menor lo cual permite una mayor dedicación a su formación investigadora.

Cuando necesitemos expresar esta variable en créditos la dividiremos por el factor:

$$\frac{SAL\ AF}{CRED\ AY}$$

donde recogemos el salario de un ayudante de facultad y el número de créditos de su contrato.

Hasta ahora sólo hemos recogido la entrada de nuevos profesores al sistema, pero como ya hemos comentado, nuestro propósito no es sólo introducir elementos en el sistema sino también mejorar o estabilizar los ya existentes. De este hecho viene nuestra tercera y última variable de decisión:

- 3) MEJ:** importe destinado a la promoción de profesores de cualquier categoría inferior a Titular de Universidad o Catedrático de Escuela Universitaria. No hemos recogido el paso a Catedrático de Universidad por la existencia de una partida presupuestaria distinta para ello, así como criterios de asignación especiales. En consecuencia, con esta variable nuestro propósito es estabilizar la parte inferior de la escala del profesorado.

Como ocurría en los casos anteriores, para expresarla en créditos la dividiremos por el factor:

$$\frac{DSAL(TEU + ATC + AF)}{3 \times CRED \ TU}$$

donde  $DSAL(TEU + ATC + AF)$  recoge la suma de tres diferencias de salarios: las que surgen si un Titular de Escuela, un Asociado a Tiempo Completo o un Ayudante pasa a Titular de Universidad o Catedrático de Escuela Universitaria. El hecho de recoger esta diferencia y no el salario completo de la nueva categoría a la que pasan viene justificado porque el presupuesto necesario para ese traspaso coincidiría con ese incremento de sueldo. Por otra parte,  $CRED \ TU$  representa el número de créditos asignados a un profesor titular de Universidad.

Una vez determinadas las variables de decisión debíamos poner cotas sobre los valores que permitimos a las mismas puesto que es necesario evitar que un Departamento obtenga todo el presupuesto en detrimento de otros, además no resultaría conveniente una incorporación muy numerosa de profesores para el proceso formativo de los mismos. Por ello, los valores que las tres variables de decisión del modelo pueden tomar están acotados de la siguiente forma:

- En un curso académico, la cantidad máxima asignada a cada Departamento para la contratación de profesores asociados viene dada por el salario de dos profesores de esta misma categoría, cantidad que representaremos por **AST**. Por tanto, si denominamos  $n$  al número total de Departamentos de la Universidad analizada tendremos:

$$0 \leq AS_i \leq AST \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

- El importe máximo destinado a la contratación de ayudantes en cada Departamento esta limitado por el salario de tres profesores de esta categoría, **AYT**.

$$0 \leq AY_i \leq AYT \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

- La cantidad destinada a la mejora profesional del personal docente e investigador de cada unidad funcional deberá ser menor que una cota superior pre-fijada, **MEJT**.

$$0 \leq MEJ_i \leq MEJT \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Además de las anteriores existen otros bloques de restricciones como son:

- 1) Dado que el profesorado adscrito a cualquier Universidad tiene una doble vertiente: docente e investigadora, debemos promover la entrada de personal no sólo para atender a tareas docentes sino también a tareas investigadoras. Por ello, hemos primado la entrada de personal que no se encuentre con una excesiva carga docente y cuente con tiempo suficiente para dedicarlo a la investigación. Ya hemos indicado antes que el contrato de un profesor ayudante contempla una carga de créditos menor que el de un asociado, por ello, y para cada Departamento, el número de ayudantes que se contrate debe ser mayor o igual al que se incorpore de asociados, es decir,

$$\frac{AS_i}{SAL \ ATC} - \frac{AY_i}{SAL \ AF} \leq 0 \quad i = 1, \dots, n.$$

- 2) La siguiente no es más que la restricción presupuestaria resultando ser la más evidente de todas: la suma de las cuantías asignadas a cada una de las variables de decisión debe ser menor o igual que el presupuesto disponible para la incorporación y mejora del personal docente e investigador el cual representaremos por **PT**.

$$\sum_{i=1}^n (AS_i + AY_i + MEJ_i) \leq PT$$

- 3) Con el objeto de aumentar la calidad de la docencia, un primer paso es la disminución del número de alumnos por profesor para lo cual los Departamen-

tos necesitan incorporar nuevo profesorado. Por esta razón, se ha decidido destinar un máximo del 30% del presupuesto disponible a la contratación de profesores ayudantes.

$$\sum_{i=1}^n AY_i \leq 30\% PT$$

Ya comentamos antes cuáles iban a ser nuestros objetivos pero nos queda lograr plasmarlos de una forma analítica de manera que nuestros propósitos se encuentren bien representados. Para ello ya hemos comentado que vamos a utilizar la programación por metas. La utilización de esta técnica en este tipo de problemas viene justificado por el hecho de que las metas son restricciones blandas o débiles que el decisor desea que se satisfagan, pero pueden ser violadas si no existen puntos que las verifiquen, siendo éstos soluciones admisibles. Así, conociendo nuestra situación de partida somos conscientes de que los objetivos propuestos son deseos que pretendemos conseguir, pero posiblemente no logremos alcanzar todos a la vez. En este caso, la técnica de la programación por metas encuentra la solución que más se acerca a la consecución de los deseos del decisor.

Por otra parte, dado que vamos a utilizar el enfoque de la Programación por Metas Lexicográficas, hay que introducir los niveles de prioridad entre los objetivos. De esta forma, el decisor expresa sus preferencias concretando en qué orden desea satisfacer las metas, situando en los niveles últimos aquellas a las que está más dispuesto a renunciar. Esto supone que el decisor asocia prioridades excluyentes a las diferentes metas, es decir, el logro de las metas situadas en un cierto nivel de prioridad es absolutamente preferido a la realización de cualquier otro conjunto de metas situadas en una prioridad más baja. En el caso de no existir combinaciones que verifiquen todas las metas (soluciones satisfactorias), el procedimiento encuentra la *más cercana*, esto es, aquella combinación que verifique el máximo número de niveles de prioridad posibles en el orden dado.

En nuestro modelo, los cuatro objetivos señalados anteriormente son de deseado cumplimiento para todos los Departamentos de la Universidad objeto de nuestro estudio siendo ordenados según los siguientes niveles de prioridad:

### ***1º Nivel de prioridad***

Uno de los objetivos que proponíamos era cubrir las necesidades docentes de cada uno de los Departamentos. Así nos encontramos con que, si las posibles nuevas asignaciones financieras de un Departamento vienen marcadas por la Carga Docen-

te, es necesario que la Capacidad Docente Total de la plantilla del profesorado sea, por lo menos, igual a dicha carga, es decir:

$$\frac{AS_i}{(SALATC / CREDAS)} + \frac{AY_i}{(SALAF / CREDAY)} + CDT_i \geq CD_i$$

siendo:

**CDT:** Capacidad Docente Total, medida en créditos, que se obtiene sumando los créditos que cada profesor del Departamento, tiene asignados según su situación contractual y la normativa vigente.

**CD:** Carga Docente, medida en créditos, a partir de cada una de las asignaturas que imparte el Departamento y que se obtiene sumando el producto de los créditos teóricos por el número de grupos teóricos más el producto de los créditos prácticos por el número de grupos prácticos.

### **2º Nivel de prioridad**

El siguiente objetivo que se planteaba era aumentar el número de profesores funcionarios en las categorías donde es necesario el título de doctor, intentando con ello conseguir una plantilla más estable y de más calidad tanto docente como investigadora.

Nos encontramos entonces con la necesidad de establecer qué nivel de aspiración nos parecía razonable para considerar nuestro propósito conseguido. Decidimos fijar que, al menos, el 60% de la CDT sea impartida por este tipo de profesores.

Con todo ello, la ecuación que expresa el segundo objetivo es:

$$\frac{MEJ_i}{DSAL(TEU + ATC + AF) / (3 \times CREDTU)} + CDFD_i \geq 0,6 CDT_i$$

donde:

**CDFD:** Capacidad Docente de los Funcionarios Titulares de Universidad, Catedráticos de Escuela y Catedráticos de Universidad (obligatoriamente doctores).

### **3º Nivel de prioridad**

El siguiente objetivo deseado era disminuir el número de alumnos por profesor y por asignatura. Para ello, es evidente que debemos dotar presupuesto a aquellos Departamentos que posean un mayor ratio de alumnos por profesor y asignatura en

el curso académico objeto de estudio encontrándonos con la necesidad de establecer un nivel para dicho ratio que no deseamos superar. Así, decidimos que un número de 60 alumnos por profesor y asignatura era más que aceptable con lo que esta tercera meta queda determinada por la siguiente ecuación:

$$\frac{AS_i}{SALATC/CREDAS} + \frac{AY_i}{SALAF/CREDAY} + CDT_i \geq \frac{CREDAD_i}{60}$$

donde:

**CREDAD**: total de créditos demandados por los alumnos al Departamento. Dicho dato se obtiene, para cada unidad, sumando los resultados que surgen al multiplicar el número de alumnos matriculados en cada asignatura impartida por el Departamento por el número de créditos de la misma.

#### **4º Nivel de prioridad**

Por último, nuestro cuarto objetivo era facilitar recursos financieros sólo a aquellos Departamentos cuyo coste por crédito impartido sea más bajo que el coste medio por crédito de la Universidad, representando dicho coste por **CREDM**. Teniendo en cuenta que este es el último nivel de prioridad, con esta meta pretendemos distribuir el dinero sobrante, si es que sobra algo, entre aquellos Departamentos cuya plantilla resulta poco estable al estar formada por una mayoría de personal no funcionario motivo por el cual presentan un coste por crédito inferior a la media. Esta meta puede ser expresada de la siguiente forma:

$$\frac{SAL_i + AS_i + AY_i + MEJ_i}{CD_i} \geq CREDM$$

Si observamos las cuatro metas propuestas todas ellas son del tipo mayor o igual, con lo cual las variables de desviación no deseadas serían las que nos muestran un incumplimiento de la meta por defecto, es decir,  $(\eta_1, \dots, \eta_4)$ . Así pues, el paso siguiente en la formulación de nuestro modelo es la minimización de dichas variables.

Además, una cuestión a reseñar es, que dadas nuestras exigencias, es muy probable que el presupuesto no sea suficiente para lograr satisfacerlas todas. Por ello, surge el problema de un reparto justo entre Departamentos que incumplan un determinado nivel cuando no queda ya presupuesto para todos. Dicha problemática decidimos resolverla realizando un reparto "minimax" que consistió en ir dotando dinero, de una manera equitativa, a aquellos Departamentos cuyos incumplimientos fueran mayores, intentando una igualación de los incumplimientos finales en porcentaje.

Obsérvese que la introducción de los niveles de prioridad equivale a la consideración de un orden lexicográfico, no en el espacio de los objetivos, sino en el espacio de las denominadas funciones de logro o realización. Así, el proceso completo de minimización lexicográfica de las variables de desviación no deseadas se traduce en el siguiente vector:

$$\mathbf{Lex\ min} \left\{ \max \left\{ \frac{n_{i1}}{u_{i1}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i2}}{u_{i2}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i3}}{u_{i3}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i4}}{u_{i4}} \right\} \right\}$$

siendo  $u_{ij}$  el nivel de aspiración de la meta  $i$ -ésima del nivel de prioridad  $j$ -ésimo, valor introducido para normalizar nuestras variables.

Por consiguiente, cada componente de la función de logro representa la desviación normalizada máxima de ese nivel de prioridad. Desviación que pretendemos minimizar, con objeto de conseguir la máxima realización posible de las metas situadas en la correspondiente prioridad, así como un reparto lo más justo posible entre aquellos que no logran cumplir nuestros propósitos.

De todas las técnicas que se pueden utilizar para llevar a cabo la minimización de la función anterior nosotros hemos optado por el método secuencial. Este método consiste en resolver una secuencia de programas lineales convencionales en los cuales se van minimizando las variables de desviación no deseadas de cada nivel. En este proceso nos encontramos con un problema provocado por algunas restricciones duras que entran en conflicto con la filosofía del minimax, situación que resolvemos realizando varias resoluciones, dentro de un mismo nivel de prioridad, sobre modificaciones del problema original de ese nivel.

Con todo ello el planteamiento del modelo de programación por metas que proponemos sería el siguiente:

$$\mathbf{Lex\ min} \left\{ \max \left\{ \frac{n_{i1}}{u_{i1}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i2}}{u_{i2}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i3}}{u_{i3}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i4}}{u_{i4}} \right\} \right\}$$

S.A.:

$$0 \leq AS_i \leq AST$$

$$0 \leq AY_i \leq AYT$$

$$0 \leq MEJ_i \leq MEJT$$

$$\frac{AS_i}{SAL\ ATC} - \frac{AY_i}{SAL\ AF} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n (AS_i + AY_i + MEJ_i) \leq PT$$

$$\sum_{i=1}^n AY_i \leq 30\% PT$$

$$\frac{AS_i}{SAL ATC / CRED AS} + \frac{AY_i}{SAL AF / CRED AY} + n_{i1} - p_{i1} = CD_i - CDT_i$$

$$\frac{MEJ_i}{DSAL (TEU + ATC + AF) / (3 \times CRED TU)} + n_{i2} - p_{i2} = 0,6 \cdot CDT_i - CDFD_i$$

$$\frac{AS_i}{SAL ATC / CRED AS} + \frac{AY_i}{SAL AF / CRED AY} + n_{i3} - p_{i3} = \frac{CREDAD_i}{60} - CDT_i$$

$$AS_i + AY_i + MEJ_i + n_{i4} - p_{i4} = CREDM \times CD_i - SAL_i$$

donde  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

#### 4. Aplicación a la Universidad de Valladolid

Una vez planteado nuestro modelo genérico, válido para cualquier Universidad Española, decidimos aplicarlo a la Universidad de Valladolid, la cual se encuentra compuesta por 4 Campus Universitarios, 11 Facultades y Escuelas Técnicas Superiores y 17 Escuelas Universitarias, en total 79 Departamentos, un gran complejo del cual necesitábamos recabar toda la información fiable necesaria para poder asentar nuestro modelo.

Los datos de este trabajo están basados por un lado, en el libro *"La UVA en cifras"*, elaborado por el Gabinete de Estudios y Evaluación de la Universidad de Valladolid en el año 1998. Este libro recoge los datos más significativos de la Universidad de Valladolid, referidos tanto a su estructura, sus recursos, su actividad docente e investigadora, como a sus infraestructuras y servicios. Por otro lado, hemos extraído datos del documento *"Resultados de la evaluación de la carga y de la capacidad docente por Departamentos"* elaborado por los Vicerrectorados de Profesorado y Ordenación Académica de la Universidad de Valladolid en 1998.

Para el citado ejercicio se contaba con un presupuesto para gastos de personal docente e investigador de 600 millones de pesetas del cual no nos podíamos pasar dadas las conocidas restricciones a que estamos todos sujetos. Así para dicha Universidad, calculando los parámetros necesarios, el modelo presenta la siguiente formulación:

$$\text{Lex min } \left\{ \max \left\{ \frac{n_{i1}}{u_{i1}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i2}}{u_{i2}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i3}}{u_{i3}} \right\}, \max \left\{ \frac{n_{i4}}{u_{i4}} \right\} \right\}$$

S.A.:

$$0 \leq AS_i \leq 7.406.216$$

$$0 \leq AY_i \leq 10.000.331$$

$$0 \leq MEJ_i \leq 5.000.000$$

$$\frac{AS_i}{SAL\ ATC} - \frac{AY_i}{SAL\ AF} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^{79} (AS_i + AY_i + MEJ_i) \leq 600.000.000$$

$$\sum_{i=1}^{79} AY_i \leq 180.000.000$$

$$\frac{AS_i}{SAL\ ATC / 24} + \frac{AY_i}{SAL\ AF / 18} + n_{i1} - p_{i1} = CD_i - CDT_i$$

$$\frac{MEJ_i}{DSAL(TEU + ATC + AF) / (24 + 24 + 24)} + n_{i2} - p_{i2} = 0,6 \cdot CDT_i - CDFD_i$$

$$\frac{AS_i}{SAL\ ATC / 24} + \frac{AY_i}{SAL\ AF / 18} + n_{i3} - p_{i3} = \frac{CREDAD_i}{60} - CDT_i$$

$$AS_i + AY_i + MEJ_i + n_{i4} - p_{i4} = 216.301\ CD_i - SAL_i$$

donde  $i = 1, 2, 3, \dots, 79$ .

Para resolver el modelo señalado anteriormente, hemos diseñado un paquete informático específico para este problema. Este programa se ha realizado en lenguaje C++ utilizando subrutinas de la librería NAG en C, versión 4, para la resolución de un problema multiobjetivo lineal.

A la hora de analizar los resultados observamos que no se obtenía una solución satisfactoria, es decir, no era posible llegar a una solución que verificara todas las metas a la vez, hecho que, dadas las metas impuestas y la situación de partida, era de esperar puesto que con 600 millones de pesetas no podemos solucionar todas las ineficiencias del sistema.

Para poder obtener la solución más cercana es necesario relajar los niveles de aspiración de forma que se vayan cumpliendo las metas correspondientes y así llegar hasta el nivel cuarto, aún siendo conscientes de la no verificación de todos los niveles de aspiración.

Para no mostrar excesiva información, en las siguientes tablas indicaremos los resultados globales de cada una de las variables de decisión (AS, AY y MEJ) para el conjunto de la Universidad de Valladolid.

### □ **Variable de decisión: AS**

La variable AS, dotación para la contratación de profesores asociados, figura en los niveles de prioridad 1º, 3º y 4º. No se ha agotado el total del presupuesto disponible (199.961.613 ptas.), distribuyéndose de la siguiente forma:

**Tabla 1: AS**

<i>IMPORTE ASIGNADO</i>	<i>Nº TOTAL DE DPTOS.</i>	<i>%</i>
0 ptas.	52	65,83
1-3.703.108 ptas.	5	6,33
3.703.109-7.406.216 ptas.	22	27,84
<b>TOTALES</b>	<b>79</b>	<b>100,00</b>

En la primera columna de esta tabla mostramos, por tramos, las cantidades asignadas para la contratación de profesores asociados.

En la segunda, el número total de Departamentos que reciben asignación por este concepto, siendo sólo 27 los Departamentos que perciben asignación presupuestaria para contratar profesores asociados. La mayoría de estos Departamentos (17) se encuentran dentro del Area de Ciencias Sociales y Jurídicas, lo que representa un 63% de los Departamentos que conforman este Area.

Por último, en la tercera columna, se recogen los porcentajes respecto al total de Departamentos. Observamos como sólo un 34,17 % de los Departamentos perciben el 78,77% de la cuantía destinada a la contratación de este tipo de profesorado, lo que supone una incorporación de 43 nuevos docentes a la plantilla de la UVA.

### □ **Variable de decisión: AY**

En cuanto a la variable AY, es decir, cuantía monetaria destinada a la contratación de profesores ayudantes que aparece en los niveles de prioridad 1º, 3º y 4º, indicar que se reparten los 180 millones de pesetas presupuestados, siendo su asignación la siguiente (TABLA 2):

**Tabla 2: AY**

<i>IMPORTE ASIGNADO</i>	<i>Nº TOTAL DE DPTOS.</i>	<i>%</i>
0 ptas.	52	65,83
1-3.333.437 ptas.	5	6,33
3.333.438-6.666.874 ptas.	8	10,12
6.666.875-10.000.311 ptas.	14	17,72
<b>TOTALES</b>	<b>79</b>	<b>100,00</b>

En esta tabla mostramos la misma información que en la TABLA 1, pero relativa a la contratación de profesores ayudantes. Los nuevos recursos financieros destinados a la contratación de este tipo de profesorado suponen un incremento aproximado de 54 nuevos docentes con esta categoría a la plantilla de la UVA. Esto implica que reciben asignación presupuestaria 27 Departamentos, los cuales representan casi un 34,17% del total de los mismos, entre los que se distribuye el presupuesto total dedicado a este fin.

Indicar que los 27 Departamentos que reciben asignación presupuestaria para la contratación de profesores asociados son los mismos que los que reciben recursos económicos para contratar profesores ayudantes.

### □ **Variable de decisión: MEJ**

La variable MEJ, es decir, cuantía monetaria cuya finalidad es la promoción del profesorado de cualquier categoría inferior a Titular de Universidad o Catedrático de Escuela Universitaria a alguna de estas, figura en el modelo en los niveles de prioridad 2º y 4º. Los 262,5 millones de pesetas de este presupuesto se distribuyen entre 61 Departamentos (77,2 % del total de los mismos) de la siguiente forma (TABLA 3):

**Tabla 3: MEJ**

<i>IMPORTE ASIGNADO</i>	<i>Nº TOTAL DE DPTOS.</i>	<i>%</i>
0 ptas.	18	22,78
1-999.999 ptas.	3	3,8
1.000.000-1.999.999 ptas.	5	6,33
2.000.000-2.999.999 ptas.	4	5,1
3.000.000-3.999.999 ptas.	1	1,26
4.000.000-4.999.999 ptas.	1	1,26
5.000.000 ptas.	47	59,5
<b>TOTALES</b>	<b>79</b>	<b>100,00</b>

Examinando esta tabla observamos que el resultado más relevante es que 47 Departamentos reciben la cuantía máxima, 5 millones de ptas. cada uno, lo que supone un 89,5% del presupuesto global destinado a esta variable de decisión y un 39,2% del presupuesto total de la UVA. Este fuerte incremento es debido a que en los últimos años la UVA ha tenido un gran crecimiento de titulaciones y, por consiguiente, cuenta con una plantilla poco estable.

Analizando los resultados obtenidos, observamos que de los 79 Departamentos que integran la UVA, 12 Departamentos no reciben presupuesto ni para contratar nuevo profesorado ni para mejorar o estabilizar su plantilla. De estos 12 Departamentos, 6 están en el Área de Humanidades y constituyen el 50% de los Departamentos que forman este Área.

Por último, dado que no hemos obtenido una solución satisfactoria, vamos a indicar en la tabla siguiente el número de Departamentos que incumplen los distintos niveles de prioridad.

**Tabla 4: Incumplimientos**

<i>NIVELES DE PRIORIDAD</i>	<i>Nº DE DPTOS. CON INCUMP.</i>
1	4
2	34
3	47
4	60

A la vista de esta tabla se observa que en el primer nivel de prioridad sólo hay cuatro Departamentos que no tienen satisfechas sus necesidades de financiación básica. Sin embargo, a partir del segundo nivel el número de Departamentos con incumplimientos aumenta notablemente. Concretamente, en este nivel, que es donde aparece por primera vez la variable de decisión MEJ, 34 Departamentos no consiguen sus respectivas metas tras la dotación presupuestaria correspondiente.

## 5. Conclusiones

Dada la no uniformidad de criterios utilizados para llevar a cabo la asignación de recursos dentro de un sistema universitario la programación por metas resulta una técnica bastante válida para ayudar en su toma de decisiones a los gestores de la enseñanza superior.

Utilizando esta técnica hemos construido un modelo para la asignación eficiente de los recursos financieros entre los diversos Departamentos que componen una Universidad.

Con la solución de este modelo pretendemos lograr una asignación monetaria en el sistema universitario que no sólo cubra las necesidades docentes más urgentes sino que también incentive la labor investigadora de los Departamentos, y, todo ello, dentro de un ambiente en el que se promueva la estabilidad y mejora profesional de sus miembros.

La aplicación de nuestro modelo a la Universidad de Valladolid pone de manifiesto la existencia de Departamentos con importantes problemas, necesitando fuertes cantidades de dinero para conseguir alcanzar los niveles deseados.

## Bibliografía

- BALLESTERO, E. y ROMERO, C. (1998). *Multicriteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*. Kluwer Acad. Pub.
- BEHESTIAN –ARDEKANI, M. y MAHMOOD, MA. (1986). «*Development and Validation of a Tool for Assigning Students to Group for Class Projects*». *Decision Science*, 17, 92-113.
- CABALLERO, R., GALACHE, T., GÓMEZ, T., MOLINA, J. y TORRICO, A. (1999). «*Efficient Assignment of Financial Resources within a University System. Study of the University of Malaga*». *European Journal of Operational Research*. (En revisión).
- CABALLERO, R., GÓMEZ, T., GONZÁLEZ, M., REY, L. y RUIZ, F. (1998). «*Equilibrium Policies among University Departments*». En *Decision Analysis Applications* (F. Javier Girón y María Lina Martínez Eds. Real Academia de Ciencias. España). Kluwer Acad. Pub.
- CONSEJO DE UNIVERSIDADES. SECRETARÍA GENERAL. (1994). «*Informe sobre la Financiación de las Universidades*». *Revista de Estudios Regionales*, 40, 221-262.
- IGNIZIO, JP. (1976). *Goal Programming and Extensions*. Lexington Books. Massachusets.
- LA UVA EN CIFRAS. (1998). Gabinete de Estudios y Evaluación de la Universidad de Valladolid.
- LEE, SM. y CLAYTON, ER. (1972). «*A Goal Programming Model for Academic Resource Allocation*». *Management Science*, 18, 395-408.
- MUSTAFA, A. y GOH, M. (1996). «*Multi-criterion Models for Higher Education Administration*». *Omega*, Int. J. Sci. vol. 24, nº 2, 167-178.
- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CARGA Y DE LA CAPACIDAD DOCENTE POR DEPARTAMENTOS. (1998). Universidad de Valladolid.
- ROMERO, C. (1991). *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. Pergamon Press. Oxford.