

# **MODELO MULTI OBJETIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PLANTILLA TEÓRICA DE UNA UNIVERSIDAD**

Caballero, R.; Galache, T.; Gómez, T.; Molina, J. y Torrico, A.  
*Universidad de Málaga. Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas)*

## **ABSTRACT**

En el presente trabajo desarrollamos un modelo multiobjetivo que tiene como finalidad la determinación, al mínimo coste, de la plantilla teórica del Personal Docente e Investigador de una institución universitaria, realizando una asignación para cada una de las unidades funcionales o departamentos.

Una vez que se tiene información de las demandas de los créditos en cada una de las unidades de una universidad, tratamos de determinar el número de profesores necesarios para satisfacer todas las necesidades docentes. Así, nuestras variables de decisión, de acuerdo con la política de personal que se sigue en la universidad española después de la puesta en práctica de la Ley Orgánica de Universidades (LOU), serán el número de profesores necesarios de una cierta categoría  $j$  que deben estar en el departamento  $i$ . Una vez determinadas las variables, se establecen las restricciones para cada departamento.

Con dicho modelo de programación por metas se pretende que los órganos de gobierno de una universidad, por un lado, puedan diseñar una política financiera de recursos humanos académicos que responda más a una verdadera planificación que a las presiones de los distintos colectivos, y por otro, conocer el importe de la cuantía mínima necesaria para llevar a cabo dicha política.

**Palabras clave:** Programación por metas, LOU, Asignación de recursos humanos.

## **1. MODELO**

Dada la creciente elaboración de estudios relacionados con la distribución de recursos en la gestión universitaria (Mustafa y Goh (1996)), el modelo multiobjetivo que presentamos en este estudio se apoya en otros trabajos previos (Torrico (2000) y Caballero y otros (2001, 2004)) aunque la finalidad perseguida es completamente distinta y se han utilizado técnicas de resolución diferentes (Caballero, Gandibleux. y Molina (2004)).

A diferencia del modelo de reparto de fondos destinados a docencia e investigación entre las distintas universidades establecido por Fandel y Gal (1998), el modelo multiobjetivo que pasamos a desarrollar tiene como finalidad la determinación, al mínimo coste, de la plantilla teórica del Personal Docente e Investigador (PDI) de una institución universitaria, realizando una asignación en cada una de las unidades funcionales o departamentos, de manera que se verifiquen determinados aspectos legales y de equilibrio entre las distintas categorías de profesorado. De este modo, el modelo serviría como una primera aproximación de la plantilla que teóricamente necesitaría una institución universitaria a partir de la cual poder analizar y conocer las posibles incidencias ante los inminentes cambios que presentan ante el Espacio Europeo de Educación Superior.

Concretamente, una vez que tenemos información de las demandas de los créditos en cada una de las unidades de una universidad, se trata de determinar el número de profesores necesarios para satisfacer todas las necesidades docentes. Así, nuestras variables de decisión, de acuerdo con la política de personal que se sigue en la universidad española después de la puesta en práctica de la Ley Orgánica de Universidades (LOU), serán el número de profesores de una cierta categoría  $j$  que puede contratar el departamento  $i$  y que denotaremos por  $x_{ji}$  (nuevo profesorado contratado). Tales variables han de ser enteras.

En el caso español hay siete categorías de profesores en orden creciente según el salario correspondiente. Los nuevos contratos pueden ser en cualquiera de las siete categorías. Cada profesor tiene la obligación de impartir un determinado número de créditos anuales, de acuerdo con la categoría a que pertenece y ello lo denotaremos por  $C_j$ , de acuerdo con la tabla 1.

**Tabla 1.** Variables del modelo de asignación de platilla teórica.

VARIABLES DEL MODELO POR DEPARTAMENTOS		
Categorías	$x_{ji}$	$C_j$
Asociado LOU (3 horas) (ASLOU3)	$x_{1i}$	9
Asociado LOU (6 horas) (ASLOU6)	$x_{2i}$	18
Ayudante LOU (AYLOU)	$x_{3i}$	12
Ayudante Doctor (AYDoc)	$x_{4i}$	12
Contratado Doctor (CDoc)	$x_{5i}$	24
Titular Universidad (TU)	$x_{6i}$	24
Catedrático Universidad (CU)	$x_{7i}$	24

**Fuente.** Elaboración propia.

Una vez definidas las variables del modelo, se establecen las restricciones para cada departamento. Establecemos las siguientes restricciones que consideramos “duras”, esto es, de obligado cumplimiento:

1. La contratación de los Ayudantes LOU debe ser superior a la de Ayudantes Doctor:

$$x_{3i} \geq x_{4i}$$

2. La contratación de los Ayudantes, LOU y Doctor, debe estar equilibrada:

$$x_{3i} - x_{4i} \leq 1$$

3. La contratación de los Ayudantes (LOU y Doctor) debe ser superior a la de Asociados (a tres y seis horas):

$$x_{3i} + x_{4i} \geq x_{1i} + x_{2i}$$

4. El número de Catedráticos en un departamento viene delimitado por la siguiente expresión:

$$\frac{\sum_{j=1}^6 x_{ji}}{\alpha} \leq x_{7i} < \frac{\sum_{j=1}^6 x_{ji}}{\alpha} + 1$$

Donde  $\alpha$  es un parámetro fijado por el decisor que indicaría el número de Catedráticos en relación al resto de la plantilla.

5. De acuerdo con la normativa vigente, más de la mitad de la plantilla debe estar compuesta por funcionarios:

$$\frac{x_{6i} + x_{7i}}{\sum_{j=1}^7 x_{ji}} \geq 51\%$$

6. Evidentemente, la no negatividad de las variables:  $x_{ji} \geq 0$  y que han de ser enteras:  $x_{ji} \in \mathbb{Z}$ .

Por otro parte, como es conocido, en la universidad española las necesidades de profesorado en un departamento se justifican básicamente a partir de la demanda docente (CDR<sub>i</sub>). En consecuencia, para ajustarnos a la realidad, nuestro modelo recoge este aspecto en cinco bloques de objetivos que hemos formalizado como metas, dado que se pretenden alcanzar determinados valores o niveles de aspiración para tales objetivos:

1. Garantizar, en cada departamento ( $i=1, 2, \dots, n$ ), que haya suficientes profesores (expresados en créditos) para atender la docencia del curso. Por tanto, la capacidad docente total del Departamento  $i$  ha de ser superior a la CDR <sub>$i$</sub>  con alguna holgura para cubrir cualquier imprevisto que se pueda presentar (pequeñas variaciones en los alumnos, bajas por enfermedad, viajes, estancias en universidades extranjeras, etc.), la cual expresaremos como un porcentaje,  $g$ , de CDR <sub>$i$</sub> . Así, el primer bloque de  $n$  metas viene dado por:

$$(1+g) \cdot CDR_i \leq \sum_{j=1}^7 x_{ji} C_j$$

2. Asimismo, además de tener una cota inferior, señalada en el objetivo anterior, establecemos una cota superior, para limitar la contratación de cada uno de los departamentos. Por tanto:

$$\sum_{j=1}^7 x_{ji} C_j \leq (1+G) \cdot CDR_i$$

3. Proporcionar un equilibrio financiero entre los distintos departamentos, esto es, que posean un coste real medio por crédito impartido que esté por debajo de un cierto valor, CREDM, lo cual se traduce en el siguiente bloque de metas:

$$\sum_{j=1}^7 x_{ji} S_j \geq CREDM \cdot CDR_i$$

4. Incentivar una mayor cualificación en el profesorado, asegurando que, en cada departamento, haya un mínimo de profesores en las categorías para las que se requiera la condición de doctor. Ese mínimo será denotado por CARGADOCT. Por tanto, el bloque de metas de la que se obtiene:

$$\frac{\sum_{j=5}^7 x_{ji} C_j}{\sum_{j=1}^7 x_{ji} C_j} \geq CARGADOCT$$

5. Por último, dentro del conjunto de soluciones que satisfacen los niveles anteriores, se trata de determinar aquellas contrataciones y/o mejoras de categoría más económica. De ello se deriva la siguiente meta:

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^7 x_{ji} S_j \right) \leq CT$$

En definitiva, se está considerando una restricción presupuestaria global como una última meta, donde el umbral CT lo fijamos relativamente pequeño con el propósito de que no se pueda verificar la desigualdad anterior y se obtenga la solución más próxima. Esta solución, por tanto, será la que, verificando las exigencias impuestas en los niveles de prioridad, genera el mínimo coste posible.

Los parámetros  $g$ ,  $G$ , CREDM y CARGADOCT que definen los niveles de aspiración de las metas correspondientes, los fija el decisor según sus preferencias.

Con todo ello, se permite a los órganos de gobierno de una universidad, por un lado, diseñar una política financiera de recursos humanos académicos que responda más a una verdadera planificación que a las presiones de los distintos colectivos, y por otro, conocer el importe de la cuantía mínima necesaria para llevar a cabo dicha política.

En consecuencia, se trata de un modelo de programación por metas. Dentro de los diversos enfoques existentes, se decidió el enfoque lexicográfico puesto que se tenía claro el orden de prioridad en el cumplimiento de ellas y que es el mismo en el que las hemos desarrollado.

Por tanto, una vez verificadas las restricciones duras y obtenidas las soluciones que verifican todas las metas, salvo la última, se obtiene una solución eficiente en cuanto que minimiza el coste de la plantilla generada.

## **2. RESULTADOS**

Antes de entrar en los resultados del modelo, conviene tener un conocimiento previo de la realidad que se pretende modelizar, la Universidad de Málaga. Así, uno de los aspectos que sobresalen en el desarrollo de la UMA desde su creación es el fuerte incremento de los alumnos.

Al igual que en el resto de las universidades españolas, dicha evolución en sí misma no es preocupante, pero si tenemos en cuenta las deficiencias y carencias con las que ha contado la UMA, parece evidente que un crecimiento explosivo como el registrado, puede generar serias dificultades de funcionamiento y de garantía de calidad. Dicho crecimiento sostenido tuvo lugar hasta el curso académico 1998/99. Concretamente, en los cursos académicos de la década de los 90, hubo un aumento espectacular en el número de alumnos matriculados en la UMA, representando un incremento cercano al 108%, prácticamente el doble del aumento que se produjo en el sistema universitario español (incluyendo tanto las instituciones públicas como las privadas). Ahora bien, a partir del curso académico mencionado, hay una cierta estabilización de

la demanda tanto a escala local como nacional, situándose en la UMA en torno a 40.000 alumnos.

Por otra parte, atendiendo a las cuatro ramas de conocimiento, cabe destacar, el peso tan elevado que ostenta la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas tanto en la UMA como en el resto de las Universidad Española (en torno al 52% y 46%, respectivamente).

Teniendo en cuenta lo anterior, como es obvio, para hacer frente a esta fuerte expansión de la matrícula, ha sido necesario un notable esfuerzo financiero por parte de la Administración Autonómica en infraestructuras y en personal. En la UMA se ha producido un aumento continuado en la contratación de profesores en la UMA pasando de 901 en el curso 1988/89 a 1.974 en el curso académico 2003/04, adscritos a las 150 áreas de conocimiento que posee la Universidad de Málaga en dicho curso académico. Además, dichas áreas de conocimiento se pueden agrupar en las cuatro ramas de conocimiento: Ciencias Experimentales y de la Salud (C.E.S.), 44; Ciencias Sociales y Jurídicas (C.S.J.), 52; Enseñanzas Técnicas (E.T.), 21; y Humanidades (H.), 33.

Conviene señalar que dichas áreas no son homogéneas en el número de asignaturas que tienen adscritas ni, por consiguiente, en el número de créditos a impartir. Así, para el curso analizado, 2003/04, nos encontramos áreas que imparten sólo una asignatura y otra que llega hasta impartir 106 materias diferentes.

## 2.1. Resultados más significativos del modelo

De acuerdo con el modelo presentado en el epígrafe anterior, los valores de los parámetros que definen las metas del modelo multiobjetivo  $\alpha$ , g, G, CREDM y CARGADOCT, tomando los valores 10, 1%, 10%, 1.512,98 € y 75%. Así, la plantilla teórica obtenida, por categorías, es la siguiente:

**Tabla 2.** Modelo multiobjetivo de asignación de platilla teórica al mínimo coste.

PLANIFICACIÓN PLANTILLA DEL PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (UMA)		
Categorías	Nº	%
Asociado LOU (3 horas) (ASLOU3)	153	9,12
Asociado LOU (6 horas) (ASLOU6)	12	0,72
Ayudante LOU (AYLOU)	128	7,63
Ayudante Doctor (AYDoc)	113	6,74
Contratado Doctor (CDoc)	312	18,60
Titular Universidad (TU)	850	50,69
Catedrático Universidad (CU)	109	6,50
TOTAL	1.677	100,00

**Fuente.** Elaboración propia.

La contratación de los 1.677 docentes para los 150 departamentos de la UMA supone un coste total 55.225.480,40 €. Su distribución también las podemos especificar por las cuatro ramas del conocimiento, de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Modelo multiobjetivo de asignación de plantilla teórica, por ramas de conocimiento, al mínimo coste.

PLANIFICACIÓN PLANTILLA DEL PROFESORADO DE LA UMA (POR RAMAS DEL CONOCIMIENTO)								
Categorías	Exper. y Salud		Sociales y Jur.		E. Técnicas		Humanidades	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
ASLOU3	45	11,22	50	8,25	28	6,75	19	7,45
ASLOU6	6	1,50	4	0,66	1	0,24	1	0,39
AYLOU	40	9,98	61	10,07	19	4,58	19	7,45
AYDoc	31	7,73	44	7,26	19	4,58	19	7,45
CDoc	46	11,47	106	17,49	120	28,92	40	15,69
TU	202	50,37	302	49,83	210	50,60	136	53,33
CU	31	7,73	39	6,44	18	4,34	21	8,24
TOTAL	401	100,00	606	100,00	415	100,00	255	100,00

**Fuente.** Elaboración propia.

De esta tabla cabe significar que en todas las ramas del conocimiento, la mitad de la plantilla tiene la categoría de titular de universidad. En la rama de Ciencias Experimentales y de la Salud destaca el alto porcentaje de Ayudante Doctor, Asociado LOU(a tres y seis horas). En la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas resalta el alto porcentaje de Ayudantes LOU, en cambio, los departamentos de Enseñanzas Técnicas la contratación de Asociados LOU es muy pequeña pero resulta muy significativo el de Contratado Doctor. Finalmente, el mayor porcentaje de Titulares y Catedráticos de Universidad se concentran en las áreas de Humanidades.

## 2.2. Comparación de la plantilla teórica con la actual

En este epígrafe vamos a comparar los resultados del modelo, esto es, la plantilla teórica con la plantilla real que la UMA poseía en el curso académico pasado.

Cabe señalar que las categorías profesionales no coinciden exactamente. Las categorías que se han considerado para la determinación de la plantilla teórica son las que recoge la LOU, pero determinadas categorías de la plantilla del PDI del año pasado son LRU, de ahí, que para su comparación, vamos a realizar determinadas equivalencias. Estas equivalencias no resultan

difíciles de establecer ya que algunas figuras laborales han sustituido a otras o van a sufrir un período de adaptación (hasta el año 2006).

Hay que destacar, como datos más relevantes, que el número de PDI de la UMA en el curso académico analizado es de 1.974, lo cual supone que hay 297 profesionales más que los obtenidos en la plantilla teórica. Asimismo, el coste del salario de dichos profesores supone 60.117.290,25 €, frente a 55.225.480,40 € obtenidos en el modelo. Por tanto, hay un menor coste de 4.891.809,90 €.

Por otro lado, cabe destacar que el 24,21% de la plantilla teórica es personal contratado (sin tener en cuenta la figura del contratado doctor, 18,60%, el cual es PDI contratado pero con estabilidad), frente al 32,20% de la plantilla real. Asimismo, el número de catedráticos obtenidos mediante el modelo es menor que los existentes (109 frente a 173), pero en cambio, el de titulares (universidad y escuela) es mayor que el obtenido para el modelo (838 y 328 respectivamente frente a 850 titulares de universidad obtenidos).

Para ahondar más en estas comparaciones, en la siguiente tabla vamos a establecer, por ramas, las diferencias entre el número de profesores “reales” y los “calculados” mediante nuestro modelo. Los valores positivos indicarán que hay un “exceso” de profesores y los negativos que hay una posible “falta” de profesorado, siempre respecto a los valores reales.

**Tabla 4.** Comparación de plantilla teórica y real, clasificado por ramas de conocimiento. Curso académico 2003/04. Universidad de Málaga.

PLANIFICACIÓN DE LA PLANTILLA DEL PROFESORADO DE LA UMA DISTRIBUIDO POR RAMAS DEL CONOCIMIENTO										
Rama	Igual		Mayor				Menor.			
	Dptos.	%	Dptos.	%	Prof.	%	Dptos.	%	Prof.	%
C. Exper. y Salud	6	26,09	35	34,32	145	42,77	3	12,00	-3	7,14
C. Sociales y Jurídicas	7	30,43	36	35,29	112	33,04	9	36,00	-19	45,24
Enseñanzas Técnicas	2	8,70	12	11,76	40	11,80	7	28,00	-13	30,95
Humanidades	8	34,78	19	18,63	38	12,39	6	24,00	-7	16,67
TOTAL	23	100,00	102	100,00	335	100,00	25	100,00	-42	100,00

**Fuente.** Elaboración propia.

Atendiendo a la plantilla real y teórica, de los 150 departamentos, 23 permanecen con el mismo número de profesorado, 102 tienen un “exceso” sobre la calculada y a 25 le faltarían profesorado, esto es, poseen menos profesorado del obtenido teóricamente.

Con respecto a estos últimos departamentos suponen un total de 42 profesores. Cabe señalar que uno tiene cuatro profesores menos (rama de Ciencias Sociales y Jurídicas) y que tiene adscritas 68 asignaturas. Hay otros cuatro que tienen tres profesionales menos: dos

también de Ciencias Sociales y Jurídicas y dos de Enseñanzas Técnicas. Dichos departamentos imparten, 15, 20, 27 y 20 asignaturas, respectivamente.

Por otro lado, los 102 departamentos que tienen un “exceso” suponen 335 docentes. Cuatro departamentos (tres de Ciencias de la Salud y uno de Enseñanzas Técnicas), a pesar de tener un exceso de 51 profesores en total, tienen una plantilla con un menor coste que la actual.

Finalmente, cabe resaltar, por un lado, que la docencia esta cubierta tanto por la plantilla real como por la teórica obtenida y, por otro, que estamos hablando del número de profesores con sus distintas categorías y dedicaciones, de ahí, que aparentemente haya una mayor diferencia. No obstante, es evidente que en algunos departamentos hay una serie de disfunciones en los recursos humanos.

### **3. CONCLUSIONES**

El modelo multiobjetivo de asignación para la obtención de la plantilla teórica al mínimo coste presentado es una herramienta muy interesante para el proceso de toma de decisiones ya que es un apoyo en la gestión de recursos humanos de una institución universitaria. Concretamente, para la inminente convergencia del Espacio Europeo de Educación Superior, es una herramienta válida para detectar las eficiencias y/o ineficiencias de las unidades productivas en cuanto al Personal Docente e Investigador.

En este sentido, se trata de un modelo flexible puesto que permite la incorporación de prioridades y objetivos que reflejen las distintas políticas que se quieran llevar a cabo en ese proceso de convergencia.

### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Caballero, R.; Galache, T.; Gómez, T.; Molina, J. y Torrico, A. (2001), «Efficient Assignment of Financial Resources within a University System. Study of the University of Malaga». *European Journal of Operational Research*, vol. 133, pp. 298-309.

Caballero, R.; Galache, T.; Gómez, T.; Molina, J. y Torrico, A. (2004), «Budgetary allocation and efficiency in the human resources policy of a university following multiple criteria». *Economics of Education Review*, vol. 23, pp. 67-74.

Caballero, R., Gandibleux, X. y Molina, J. (2004). «MOAMP- A Multiobjective Metaheuristic using an Adaptative Memory Procedure». *Technical Report*. University of Valenciennes.

- FANDEL, G. y GAL, T. (1998), «Redistribution of funds for teaching and research among universities». Third DAS Workshop and Eighth Workshop of the DGOR Working Group, from 25–27 February. Lasenburg (Austria).
- MOLINA, J. (2000), «Toma de decisiones con criterios múltiples en variable continua y entera: Implementación computacional y aplicaciones a la Economía». Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.
- MUSTAFA, A. y GOH, M. (1996): «Multi-criterion Models for Higher Education Administration». Omega, International Journal of Management Science, vol. 24, nº. 2, pp. 167-178.
- TORRICO, A. (2000), “Técnicas cuantitativas para un análisis microeconómico de la eficiencia y la financiación dentro de un sistema público de educación superior. Una aplicación para la toma de decisiones de la Universidad de Málaga”. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.
- UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (2003), Base de datos “Libro blanco del profesorado de la Universidad de Málaga”. Universidad de Málaga.