

## ARTÍCULO ORIGINAL

# EVALUACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS MEDIANTE ANÁLISIS DE VALOR

SANTIAGO ROCA MARTÍN, NOÉ VILLEGAS, BERNAT VIÑOLAS PRAT, ALEJANDRO JOSA GARCÍA-TORNEL y ANTONIO AGUADO DE CEA  
*Universidad Politécnica de Cataluña*

**RESUMEN:** La evaluación de la calidad académica está frecuentemente enfocada a la medida de resultados cualitativos. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones estas evaluaciones se hacen de forma disociada, cuando parece evidente que sus elementos interactúan en cada una de estas partes. Sumado a esta problemática, existe una enorme cantidad de indicadores y de modelos, que se traducen en valoraciones complejas, poco comparables y con resultados poco fiables y objetivos. En este contexto, el objetivo de este artículo es aplicar la metodología de análisis de valor para mejorar los procesos de evaluación de departamentos de una Universidad. Para validar la metodología se ha evaluado los 40 departamentos existentes en la Universidad Politécnica de Cataluña.

**PALABRAS CLAVE:** departamentos, jerarquización, análisis de valor, AHP.

**ABSTRACT:** The evaluation of academic quality is often focused on measuring qualitative performance. However, in most cases these assessments are done in isolation, when it seems clear that its elements interact in each of these parts. Added to this problem, there is a high amount of indicators and models, resulting in complex values, not comparable and with unreliable and non objective results. In this context, the aim of this paper is to apply the methodology of value analysis to improve the evaluation of university departments. The proposed methodology has been validated through its application to the 40 departments existing at the *Technical University of Catalonia*.

**KEYWORDS:** departments, hierarchy, value analysis, AHP.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación universitaria se hace usualmente en las universidades, algunas veces con objetivos organizados y definitivos, otras en forma esporádica y con juicios u opiniones aisladas (Stufflebeam, Madaus y Kellaghan, 2000; Caballero, González, Molina, Castrodeza y Peña, 2000; Shaefer, Panchal, Choi y Mistre, 2008). Por ejemplo, los profesores evalúan constantemente a sus estudiantes, los estudiantes a sus profesores y ciertos grupos externos evalúan las diversas partes que conforman la propia Universidad (Trinidad, Ayuso, Gallego y García, 2003; Buela-Casal, 2007b). Es decir, se vive en un mundo de constante evaluación y la importancia de mejorar sus procesos es un tema que debe ser analizado.

La literatura estudiada ha mostrado las principales actividades de evaluación, las cuales se enfocan en la medida de resultados en cantidad y calidad de las partes que integran la Universidad, como son por ejemplo: la docencia, la investigación (y su difusión), compromisos con el sistema universitario y con el exterior (extensión universitaria). En ese sentido, algunas metodologías de evaluación incorporan aspectos que permiten medir cuantitativamente la Universidad, como por ejemplo las tesis dirigidas, la organización académica, especializaciones, publicaciones, participación en conferencias, opiniones de colegas, así como trabajos de investigación, etc. (Picallo, 2002; Satorrás, 2003; Villar y Alegre, 2004). Sin embargo, en la actualidad prevalece una atmósfera de que el sistema de evaluación no es el ideal (Neave, 2001).

Además de ello, con frecuencia estas evaluaciones están planteadas de forma disgregada, esto es, cada una de ellas evalúa diferentes aspectos por separado: docencia, investigación, gestión, etc. Hoy en día, hay mucho énfasis en el desarrollo de investigación a nivel universitario. Sin embargo, el esfuerzo para conseguir esa meta, va en detrimento de otras. Es decir, estos planteamientos conducen a evaluación de departamentos como unidades aisladas, es decir, se evalúan unidades separadas de un todo (Universidad) y de manera poco equilibrada, una vez que el peso mayor se da a la investigación frente a la docencia (o viceversa).

Con las anotaciones antes mencionadas, el objetivo de este artículo, es aplicar la metodología de análisis de valor para mejorar los actuales planteamientos en la evaluación y jerarquización de departamentos de una Universidad. El análisis de valor toma en cuenta de forma integrada (no separada), los diferentes aspectos que conforman las distintas actividades que la integran, tanto en el entorno interno de la propia Universidad, como en el entorno externo, ya sea profesional, académico o social.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN**

La evaluación de las instituciones educativas tiene tradición en Europa en países como la Gran Bretaña (Informe Report, 1990) u Holanda (Dochy, Segers y Winjen, 1990). Estos han desarrollado un modelo europeo de evaluación, que tiene como objetivo principal buscar puntos comunes en los procesos de evaluación para las diversas universidades del continente, examinando el desempeño de cada uno de los indicadores que influyen en el desarrollo de la Universidad. Dicho modelo presenta una serie de factores imprescindibles para el análisis de las instituciones universitarias, donde destaca la independencia o autonomía de los procedimientos: la auto-evaluación, la evaluación externa y la publicación de informes.

En España, es a principios de los noventa cuando los trabajos de evaluación tienen mayor impulso. Las investigaciones se dividieron en tres grandes sectores: evaluación del profesorado, evaluación del alumnado y de la organización y funcionamiento de las instituciones universitarias (Trinidad y García, 2002). Respecto a la evaluación del profesorado universitario se hace hincapié en realizar una propuesta de evaluación que pueda ser aplicable a todo el profesorado, proponiendo un amplio conjunto de indicadores para medir la calidad

docente. En este ámbito destacan las aportaciones realizadas por Badri, Selim, Alshare, Grandon, Younis y Abdulla (2006), Castrodeza y Peña (2002) y la de Ronca (2006).

Por lo que respecta a los estudios centrados en el alumnado, las propuestas de evaluación iban encaminadas a medir la calidad en el aprendizaje y cómo ésta quedaba reflejada en el rendimiento académico. La actitud de los estudiantes, referida a la influencia que ésta ejerce sobre su comportamiento, fue también un aspecto recurrente en muchos de estos trabajos (Wu y Chen, 2008). Como ejemplos se destacan las publicaciones de Hernández (1996) por su defensa del enfoque cualitativo en la evaluación como método para conocer mejor las reflexiones de este colectivo universitario.

El tercer tipo de estudios presenta experiencias en evaluación referidas a la organización y al funcionamiento de centros universitarios. El alcance de estas experiencias afectaba desde los aspectos puramente organizativos hasta los apoyos a la docencia, pasando por el clima organizativo de las facultades y departamentos. Los trabajos se centran en los planes y programas de estudio, en los centros, en el funcionamiento de las bibliotecas o en la evaluación de las prácticas de una determinada asignatura.

En ese sentido, la Universidad tiene que plantearse la evaluación como el principio y el fin de su política de calidad. En definitiva, la apuesta por un modelo integrado debe partir de una evaluación que sirva para realizar una planificación a corto-mediano plazo donde se establezca lo que se quiere conseguir, los medios que se necesitan y cómo se va a hacer. En definitiva, la metodología propuesta para este trabajo aporta un gran valor añadido al incorporar tanto aspectos cualitativos como cuantitativos para valorar las partes de la propia Universidad.

## **3. ANÁLISIS DE VALOR**

El análisis de valor como personalmente lo concibe Miles (1961), en su desarrollo es: "Value analysis is a system for use when better than normal results are needed". Este planteamiento organizado, creativo y realmente efectivo es utilizado para atacar problemas y efectuar mejoras en cualquier área de gestión de una organización (diseño y planificación de proyectos, desarrollo de ingeniería, producción, etc.) mediante un proceso de diseño funcional y económico y cuyo objetivo es incrementar el valor de un objeto (producto, proceso, servicio).

Las aplicaciones de análisis de valor en España con frecuencia se desarrollan para proyectos en el ámbito de: diseño y fabricación de productos de la pyme (pequeña y mediana empresa), gestión empresarial o en el ámbito industrial (Pulido, 2008). En lo que respecta al entorno universitario no se han encontrado experiencias en este contexto, siendo este trabajo en definitiva, una aportación en la configuración de una metodología de análisis de valor, aplicado en este caso a jerarquizar departamentos universitarios.

#### 4. MODELO INTEGRADO DE CUANTIFICACIÓN DE VALOR DE UN PROYECTO SOSTENIBLE “MIVES”

##### 4.1. Aspectos generales

En el presente trabajo se sigue el planteamiento realizado en el proyecto MIVES (Aguado et al., 2007), el cual considera estudios de valor, la aplicación de modelos matemáticos hasta llegar a la jerarquización de cada departamento universitario (Villegas, 2008). La metodología MIVES es el acrónimo de “Modelo Integrado de Cuantificación del Valor para Elecciones Sostenibles”. Este planteamiento, originalmente se ha utilizado para la evaluación de alternativas en el área de edificación.

En el gráfico 1 se muestra el algoritmo base de la metodología. Inicialmente se define la decisión (que hay que tomar); en esta etapa se identifica y define el problema que hay que resolver, por ejemplo construir una casa, comprar un coche, construir una carretera, etc. A continuación, se define y desarrolla el árbol de requerimientos, eligiendo los requerimientos, criterios e indicadores de acuerdo con la tipología y condiciones del proyecto y, a partir de ahí, se lleva a cabo la asignación de los pesos de cada aspecto definido anteriormente, a través de “Analytical Hierarchy Process” (Saaty, 1980).

Posteriormente, se definen las soluciones que resolverán el problema planteado, siendo el número definido por la propia naturaleza del problema. Por ejemplo, en el caso de jerarquización de departamentos universitarios, las alternativas tomadas han sido todos los departamentos de la Universidad Politécnica de Cataluña. Con los aspectos y los pesos ya definidos se obtienen las respuestas de cada uno de éstos en cada alternativa, para finalmente llevar a cabo la evaluación de cada alternativa y tomar la mejor decisión. La valoración se realiza en tres niveles: indicadores, criterios y requerimientos para finalmente tomar la mejor decisión.

Gráfico 1. Planteamiento MIVES. (Villegas, 2008)

##### 4.2. Árbol de requerimientos

El árbol de requerimientos ha de servir como punto de partida para el análisis, sin embargo, su definición está gobernada por las propias necesidades del proyecto. Cada requerimiento, a su vez, debe estar ordenado en niveles específicos: criterios e indicadores. Proporciona una mejora en la organización de la información, manteniendo los criterios con un carácter cualitativo y los indicadores como elementos de medición del problema. En ese sentido, el objetivo principal del árbol de requerimientos es ordenar cada uno de los aspectos incorporados en la evaluación, obteniendo una clara y general visión del problema a partir de esa jerarquización y despliegue del mismo.

En el gráfico 2 se muestran (en genérico) los tres niveles que se adoptan. En primer lugar se tienen los requerimientos (R) que constituyen el nivel más general y se ubican en la parte superior del árbol.

En segundo lugar se incluyen los criterios (C) que si bien no son medibles, representan una forma de agrupar los aspectos medibles. Éstos están asociados de acuerdo a las características del requerimiento que pertenece. En tercer lugar se ubican los indicadores en la parte inferior del árbol, los cuales servirán para cuantificar la alternativa y obtener el “índice de valor”, en este caso para cada departamento.

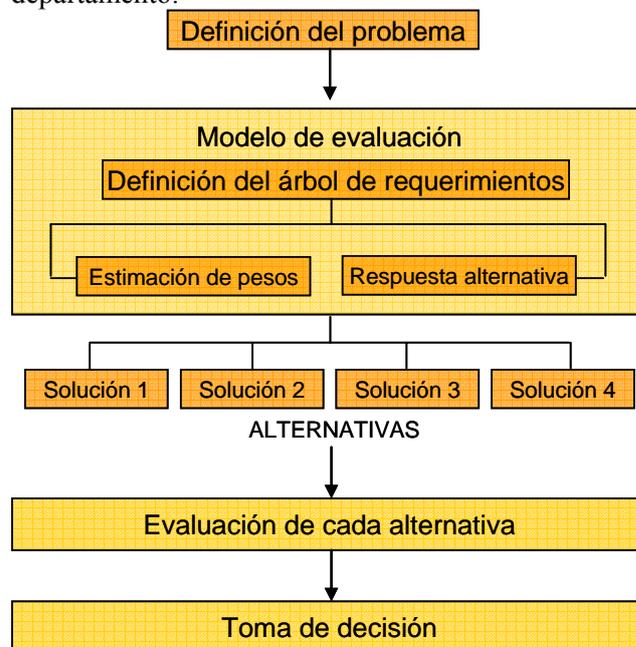


Gráfico 1. Planteamiento MIVES. (Villegas, 2008)

#### 4.3. Evaluación a través de MIVES

La evaluación consiste fundamentalmente en seis etapas, conforme el gráfico 3:

- Árbol de requerimientos: en esta etapa se realiza la incorporación de forma ordenada y coherente de los aspectos cualitativos y cuantitativos que contiene el proyecto. Dichos aspectos deben aportar un factor diferencial entre las posibles soluciones al problema.

- Construcción de la función de valor: en esta etapa se transforman o convierten las distintas escalas de los indicadores a unidades unidimensionales. Esto se lleva a cabo mediante el uso de la función de valor, normalizándolas a través de una escala que va de 0 a 1 (nivel de satisfacción: 0 = nula satisfacción y 1 = máxima satisfacción).

cada una de las alternativas asignadas respecto a un indicador, bajo un marco de referencia.

- Cálculo del valor de la alternativa: Se cuantifica cada alternativa en base a las tres etapas expuestas (cálculo a nivel de indicadores, criterios y requerimientos).-

Elección de la mejor alternativa: etapa donde se elige la alternativa que ha obtenido el mayor índice de valor respecto a todas las soluciones posibles.

#### 5. ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN

El método de evaluación y decisión multicriterio “The Analytical Hierarchy Process” (AHP) concebido por Saaty (1980), descompone una

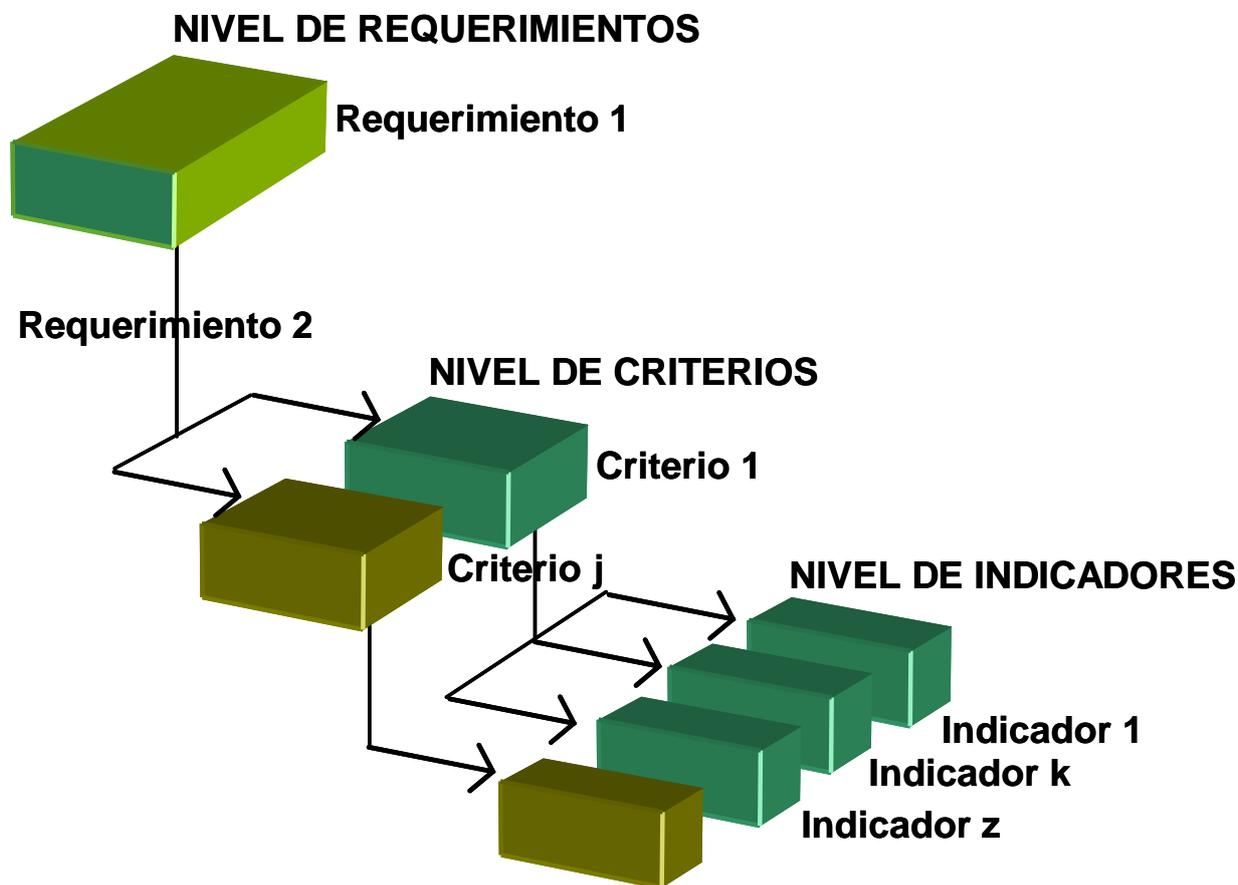


Gráfico 2. Despliegue del árbol de requerimientos.

- Ponderación de los aspectos (indicadores, criterios y requerimientos): en esta primera fase se definen las preferencias o pesos de cada elemento del árbol de requerimientos respecto a un bloque homogéneo a través de AHP.

- Obtención de la respuesta de las alternativas: en esta fase se evalúa el desempeño de

situación compleja por medio de la construcción de un modelo jerárquico, la evalúa y expresa una ordenación de las alternativas desde la mejor hasta la peor.

La ventaja de “AHP” consiste en que permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera de los análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes para algunos actores involucrados en la

toma de decisión, como es el caso de riesgo, incertidumbre, equidad, participación, entre otros.

El número de las potenciales aplicaciones de AHP en el ámbito de la educación es numeroso, abarcando distintos aspectos tales como: financiación de la investigación, decisión sobre años sabáticos, sistemas de admisión de estudiantes, becas, premios, evaluación de candidatos (Liberatore y Nydick, 1997). También se ha aplicado con éxito en otros campos de soporte o estratégicos de las universidades: evaluación de facultades (Tummala y Sanchez, 1988), planificación estratégica de universidades (Saaty, & Rogers, 1976), financiación de universidades (Arbel, 1983), y diseño de currículo docentes (Hope y Sharpe, 1989), evaluación de facultades teniendo en cuenta la importancia de la formación, las contribuciones intelectuales y el servicio dado por las mismas (Ehie y Karathanos, 1994), evaluación de programas de doctorado en aras a buscar el más adecuado para el tipo de institución (Tadisina y Bhasin, 1989).

jerarquización de departamentos universitarios (Grandzol, 2005), siendo este artículo de gran ayuda, tal y como se pretende demostrar con este estudio.

## 6. CASO DE JERARQUIZACIÓN DE DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS

### 6.1. Límites del sistema

La decisión que se va a tomar en este estudio es la jerarquización de departamentos de la Universidad Politécnica de Cataluña mediante un índice de valor. Cabe señalar que por temas de confidencialidad se refiere a los departamentos de la Universidad por un número, definido de forma aleatoria y no por su denominación real.

Para conformar los límites del sistema, en el eje temporal del modelo MIVES (Aguado et al., 2007; Rojí, 2006) se han tenido en un tiempo de 3 años hacia atrás a partir de que se realizó la evaluación, con el objetivo de intentar reducir sesgos en los resultados de un año respecto a otro. Dicho

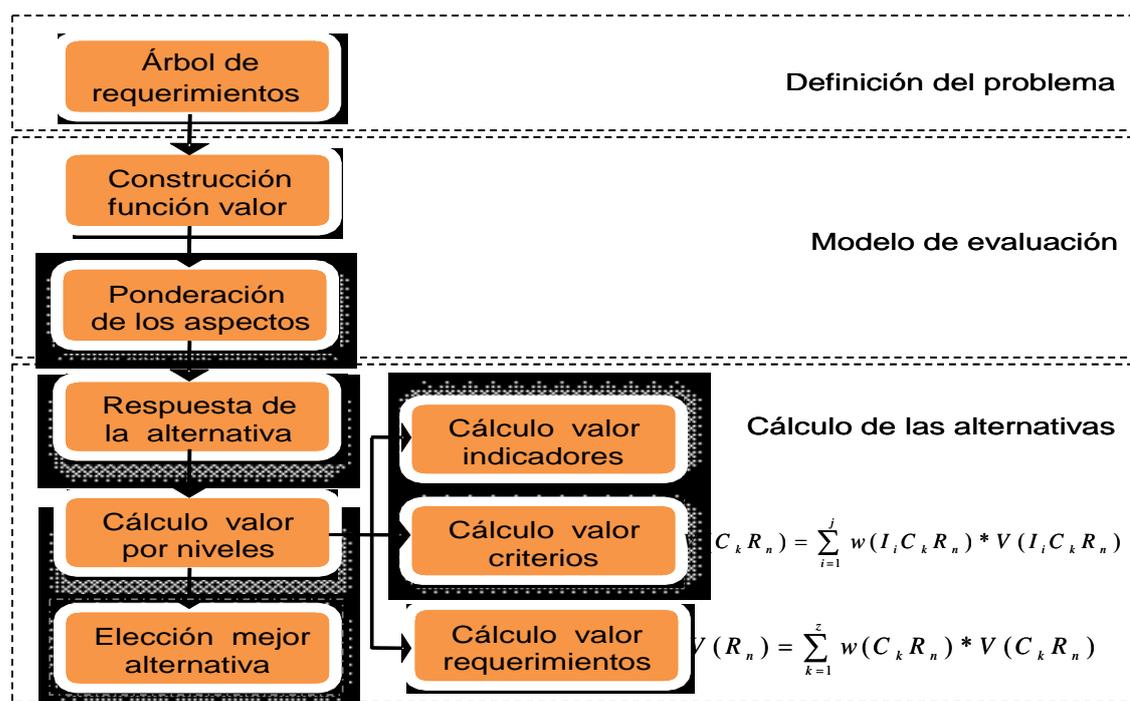


Gráfico 3. Diagrama del proceso de evaluación

En España también se encuentran muestras en este ámbito. Como la evaluación de necesidades docentes de departamentos universitarios (Caballero et al., 2000), o la evaluación de la actividad investigadora (Castrodeza y Peña, 2002). Sin embargo, la revisión de la literatura técnica muestra pocas aplicaciones en el tema de ordenación y

período de 3 años, parece conveniente mantenerlo ya que la duración media de un proyecto de investigación gira en torno a este plazo.

Para cada uno de los aspectos se ha prestado especial atención en aquellos que realmente pueden discriminar (principales) y, por otro lado, que el número no fuera excesivo. En el primer nivel de requerimientos se toman 4 requerimientos: (docencia, investigación, compromiso con el sistema y extensión universitaria - ya sea en el ámbito profesional o de la sociedad).

## 6.2. Árbol de requerimientos

Para estos procedimientos de evaluación de departamentos, estos cuatro requerimientos están generalmente muy asumidos (Romana, 2007), por lo que se ha preferido mantener este planteamiento que no supone un cambio radical que podría generar reacciones contrarias al planteamiento. Otros autores como Chacón et al. (2001) también agrupan a los indicadores de forma parecida, en tres dimensiones principales: la enseñanza universitaria, la investigación y la gestión universitaria.

Desde el punto de vista de investigación se hace un paralelo con dos criterios de entrada: proyectos de investigación tanto públicos como privados y uno de salida reflejado por el número de artículos en revistas indexadas y patentes. No se pretende decir si estos criterios son los mejores, si no que se ha considerado que son muy extendidos y se entiende que para el objetivo propuesto pueden resultar satisfactorios.

Para este caso en particular, los indicadores propuestos se ven reflejados en la tabla 1 en “unidades relativas” (por ej. proyectos privados/PDI, tesis dirigidas/media alumnos doctorado, etc.) con el fin de evitar el beneficio de departamentos “numerosos” y de baja productividad, retribuyendo

Con ello, otro factor que ha parecido prudente introducir en la evaluación de departamentos es el del “compromiso con el sistema” por el hecho de medir la participación del profesorado en distintos organismos locales, autonómicos, u órganos de gobierno que pudieran traducirse en ventajas a la Universidad (gestión directa de apoyos económicos, difusión universitaria, vinculaciones laborales del alumnado, etc.) ya sea fuera de la UPC o internamente.

Finalmente, se ha considerado el requerimiento compromiso externo, con el objetivo sino que puede aportar mayor trabajo y mayor riesgo en cuanto a la fiabilidad (pérdida de concentración, etc.) y dilución del peso de los indicadores principales. Asimismo, cada criterio se ha puesto como máximo tres indicadores, para que cada uno de ellos tenga significación.

Es importante destacar que esta propuesta resulta bastante similar a la presentada por Buela-Casal (2007a) para valorar el profesorado de las universidades españolas. La mayoría de los indicadores utilizados en este artículo son los mismos planteados por el referido autor, con pocas diferencias de definición, como por ejemplo: “premios extraordinarios y menciones” (en Buela-

entonces, a los departamentos por su productividad y no por su número absoluto.

Desde el punto de vista docente se consideran tres criterios, siendo necesario tratar los tres niveles educativos: grado, postgrado y doctorado. En este contexto se han introducido aspectos que valoren por un lado la productividad directa del profesor con la Universidad (preocupación de la mejora docente, programas de especialización/PDI, etc.) así como la productividad del alumnado (media de tesis leídas/alumnos matriculados, publicaciones/año, etc.) y finalmente, medir la percepción que se tiene de la sociedad mediante indicadores de entorno.

Para el árbol de requerimientos propuesto se ha introducido el indicador de “preocupación docente” en donde se intenta reflejar la productividad del profesor en la Universidad mediante distintas actividades que mejoren claramente la calidad de la enseñanza. Se han definido dos aspectos intercambiables para este indicador “número de proyectos de innovación dirigidos por el docente concedidos por fondos externos en los tres últimos años/total de profesores de la unidad” y “número de publicaciones docentes editadas con ISBN en los tres últimos años/total de profesores del departamento”.

de percibir la participación del profesorado fuera del entorno universitario. Para ello, se ha considerado adoptar dos criterios en el ámbito profesional y en la sociedad con el objetivo de medir la participación del profesorado en cargos de Gobierno, premios y reconocimientos en la sociedad y la difusión de la Universidad mediante publicaciones en periódicos, jornales, foros, etc.

El despliegue del árbol conduce a 20 indicadores que se entiende que es una cifra aceptable en cuanto a manejabilidad. Un número más elevado de indicadores, no aporta mayor precisión, Casal) y “premios y reconocimientos en el ámbito profesional” (en MIVES). Los únicos indicadores no contemplados en este estudio son “estancias docentes y contribuciones a congresos”, los cuales representan tan sólo un 8% de la valoración global de Buela-Casal, no representando, por tanto, ninguna gran discrepancia entre los dos estudios.

## 6.3. Determinación de los pesos

Los pesos pueden fijarse a través de dos opciones: AHP o asignación directa en cada nivel jerárquico.

La primera se hace basándose en la escala propuesta por Saaty (1980), basada en una

comparación por pares de cada uno de los elementos que se estudian con todos los elementos de un mismo nivel de ramificación. Es decir, indicadores de un mismo criterio. La segunda forma es por medio de

asignación directa, la cual es definida por especialistas en el entorno universitario.

Req	Criterio	Indicador
Investigación (25%)	Proyectos con fondos públicos (33.33%)	Proyectos concedidos 3 últimos años / PDI (50%) Importe total derivado de convenios + servicios / PDI (50%)
	Proyectos con fondos privados (33.33%)	Proyectos concedidos 3 últimos años / PDI (50%) Importe total derivado de convenios + servicios / PDI (50%)
	Publicaciones y patentes (33.33%)	Artículos en revistas indexadas [ISBN] + patentes 3 años / PDI (100%)
	Grado (33.33%)	Preocupación por la mejora docente (50%) No. profesores departamento que pasan de nota media / numero total de profesores (50%)
Docencia (25%)	Postgrado (33.33%)	No. programas especialización UPC / PDI 3 años (100%)
	Doctorado (33.33%)	Media tesis leídas 3 años / media No. alumnos en el programa en 3 años (33.33%) Doctores imparten doctorado en programas de calidad / total de profesores doctores (33.33%) Indicadores de entorno. (33.33%)
Compromiso con sistema (25%)	Exterior UPC (50%)	Numero de profesores que en los 3 últimos años han participado en agencias nacionales o autonómicas de evaluación / numero total de profesores funcionarios de la unidad (100%)
	UPC (50%)	Numero de PAS y PDI pertenecientes a órganos de gobierno de la UPC / total de PDI + PAS del departamento (50%) Numero de profesores con cargo reconocido en el centro de asignación / numero total de PDI (50%)
Compromisos externos (25%)	Secundaria (33.33%)	Plan actuación en Plan Estratégico: Lista de chequeo adjunta (100%)
	Profesional (33.33%)	Cargos en corporaciones profesionales/total de PDI (o +PAS) (33.33%) Premios y reconocimientos ámbito profesional /Total PDI (o +PAS) (33.33%) Cátedras de empresa en la unidad /Total numerarios (33.33%)
	Sociedad (33.33%)	Cargos en corporaciones públicas (externas UPC)/Total PDI (o + PAS) (50%) Publicaciones con firma UPC en medios de comunicación diarios o semanales/Total PDI. (50%)

Tabla 1. Peso de las variables del árbol de requerimientos

En la tabla 1 se presentan los requerimientos y sus respectivos pesos, y para este caso en particular se han definido los pesos por asignación directa y equitativamente para cada aspecto. Es necesario señalar que los pesos de cada uno de los requerimientos deben definirse en el máximo nivel de decisión (Juntas de Gobierno, Rectorado, etc.). En los subniveles siguientes (criterios e indicadores) se ha seguido este mismo planteamiento en este caso.

#### 6.4. Funciones de valor

Para cuantificar las alternativas a través de los indicadores, se han trazado funciones de valor para cada indicador asignado. Los indicadores se han valorado entre 0 y 1, los cuales representan el estado de satisfacción (o no) ante la respuesta del propio indicador. Esta escala adimensional permite sumar indicadores con diferentes unidades, tanto cuantitativas como cualitativas.

La “función de valor” usada es una función con 4 parámetros que al variarlos se pueden tener todo tipo de formas habituales: forma de S, cóncavas, convexas, o rectas. Esta función de valor viene dada por la siguiente ecuación [1]:

$$V_{ind} = B * (1 - e^{-K_i * (\frac{|X - X_{min}|}{C_i})^{P_i}}) \quad [1]$$

Donde  $X_{min}$  = es el origen de abscisas del indicador, usualmente igual a cero;  $X$  = es la abscisa del indicador evaluado (variable para cada alternativa);  $P_i$  = es un factor de forma que define si la curva es cóncava, convexa, recta o con forma de “S”. Obteniéndose curvas cóncavas para valores de  $P_i < 1$ , convexas o en forma de “S” si  $P_i > 1$  y tendiendo a rectas para valores  $P_i = 1$ . Además determina la pendiente de la curva en el punto de inflexión de coordenadas  $(C_i, K_i)$ ;  $C_i$  = es la abscisa donde del punto de inflexión;  $K_i$  = es la ordenada del punto de inflexión;  $X_{máx}$  = la abscisa del indicador que genera un valor igual a 1;  $B$  = es el factor que permite que la función se mantenga en el rango de valor de 0 a 1. Este factor viene definido por la ecuación [2].

$$B = (1 - e^{-K_i * (\frac{|X_{máx} - X_{min}|}{C_i})^{P_i}})^{-1} \quad [2]$$

Estas funciones pueden ser crecientes o decrecientes, dependiendo de que el valor máximo de valor se produzca en la abscisa  $X_{máx}$  o bien en la  $X_{min}$ , respectivamente. En el caso decreciente, la ecuación [1] cambia la constante  $X_{min}$  por  $X_{máx}$  de forma tal que para  $x = X_{min}$ , el valor sea 1, mientras que para la abscisa de  $X_{máx}$  el valor sea 0.

Por otro lado, cabe señalar que es importante que el rango de la función ( $X_{máx} - X_{min}$ ) quede bien definido. Así, si el rango entre  $X_{min}$  y  $X_{máx}$  es mucho mayor al rango de resultados lo que sucederá es que casi todas las alternativas quedarán valoradas de forma parecida.

Si esto sucede significa que es inútil haber usado ese indicador puesto que todas las alternativas tienen igual valoración (o muy próxima) y por lo tanto pasa a ser un indicador que no discrimina. Si el rango que usamos es muy pequeño también dejan de discriminar porque la mayoría de alternativas tendrán valor 0 si su respuesta está por debajo de  $X_{min}$  y valor 1 si su respuesta esta por encima de  $X_{máx}$ . Para evitar este error, se puede hacer una función acumulada para ver dónde se sitúan los diferentes valores de las diferentes alternativas para ajustar  $X_{min}$  y  $X_{máx}$  de la función de valor.

En lo que sigue, para ilustrar estas ideas, se presentan dos funciones correspondientes al caso estudiado, mientras que en la tabla 2 se representan todos los valores de los parámetros de cada función de valor con el objetivo de aportar trazabilidad al trabajo desarrollado.

#### 6.5. Función de valor del indicador “Número de proyectos concedidos en los 3 últimos años con financiación pública / número PDI”

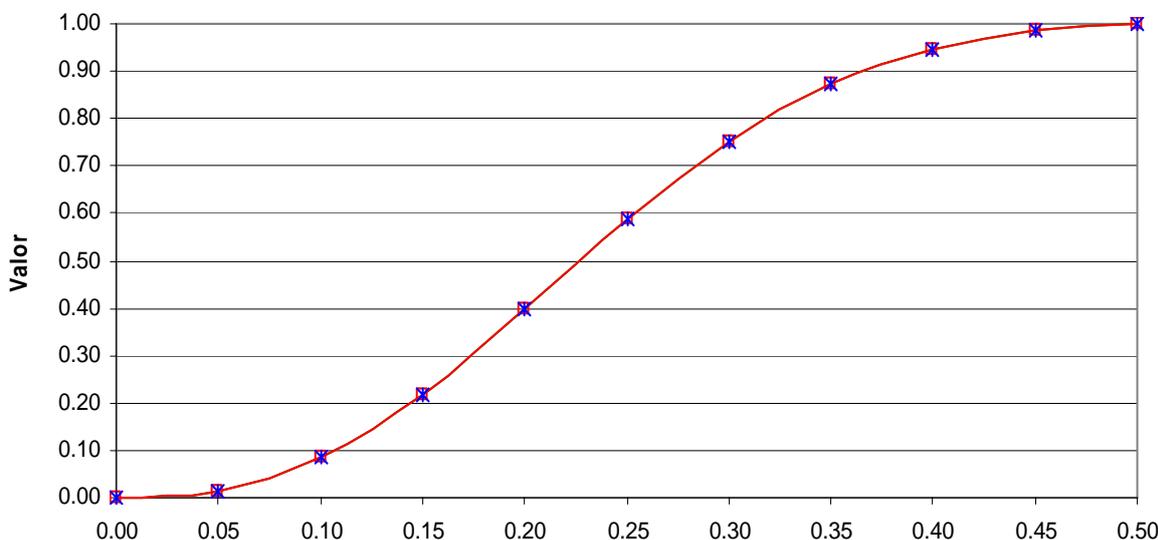
Este indicador se presenta en valores relativos a la variable número de proyectos concedidos con respecto al número total de PDI (profesor docente investigador) del departamento. El alcance de esta variable ha sido medido en los tres últimos años evaluados, el cual se ha adoptado para evitar sesgos de información importantes de un año respecto a otro. Se han considerado como proyectos competitivos públicos, aquellos que están implicados o provienen de organismos tales como: fondos europeos, programas nacionales, CECA, PROFIT, PETRI, FEDER, etc. Además, es necesario hacer una reflexión sobre el importe total de los proyectos concedidos por convocatoria pública del año respectivo, debido a que pueden exhibir algún grado de importancia entre los proyectos, evitando con ello, excluir acciones complementarias del departamento.

Indicador	X <sub>máx</sub>	X <sub>mín</sub>	C	k	p
Proyectos públicos concedidos 3 últimos años / PDI	0.50	0.00	0.20	0.50	2.5
Importe total derivado de convenios + servicios / PDI	100000	0.00	40000	0.50	4.0
Proyectos privados concedidos 3 últimos años / PDI	1.80	0.00	0.72	0.40	3.0
Importe total derivado de convenios + servicios / PDI	10053	53	3337.8	0.10	4.0
Artículos en revistas indexadas [ISBN] + patentes 3 años / PDI	4.55	0.00	1.41	0.15	4.0
Preocupación por la mejora docente	0.35	0.00	0.10	0.15	3.0
No. profesores departamento que pasan de nota media / numero total de profesores	0.85	0.35	0.20	0.10	1.0
No. programas especialización UPC / PDI 3 años	0.50	0.00	0.20	0.10	1.0
Media tesis leídas 3 años / media No. alumnos en el programa en 3 años	1.80	0.00	0.72	0.10	1.0
Doctores imparten doctorado en programas de calidad / total de profesores doctores	1.00	0.00	0.40	0.10	1.0
Indicadores de entorno. (“Número de tesis leídas con doctorados europeos / número de tesis doctorales leídas en los tres últimos años”)	0.50	0.00	0.20	0.10	1.0
Numero de profesores que en los 3 últimos años han participado en agencias nacionales o autonómicas de evaluación / numero total de profesores funcionarios de la unidad	0.25	0.00	0.10	0.15	1.0
Numero de PAS y PDI pertenecientes a órganos de gobierno de la UPC / total de PDI + PAS del departamento	0.35	0.00	0.18	0.10	1.0
Numero de profesores con cargo reconocido en el centro de asignación / numero total de PDI	0.20	0.00	0.10	0.15	1.0
Plan actuación en Plan Estratégico: Lista de chequeo adjunta	0.30	0.00	0.15	0.10	1.0
Cargos en corporaciones profesionales/total de PDI (o +PAS)	0.060	0.00	0.03	0.20	2.5
Premios y reconocimientos ámbito profesional /Total PDI (o +PAS)	1.0	0.00	0.30	0.20	4.0
Cátedras de empresa en la unidad /Total numerarios	0.15	0.00	0.06	0.50	1.0
Cargos en corporaciones públicas (externas UPC)/Total PDI (o + PAS)	0.015	0.00	0.01	0.15	1.0
Publicaciones con firma UPC en medios de comunicación diarios o semanales/Total PDI.	1.0	0.00	10.00	0.30	1.0

**Tabla 2. Parámetros de la función de valor.**

Respecto a la forma de la función de valor, se entiende que es creciente, esto es, a medida que aumenta el número de proyectos (con

rango implican una situación media favorable a la alternativa, por lo que se puede definir este valor de  $C = 0.20$  que se ha tomado como

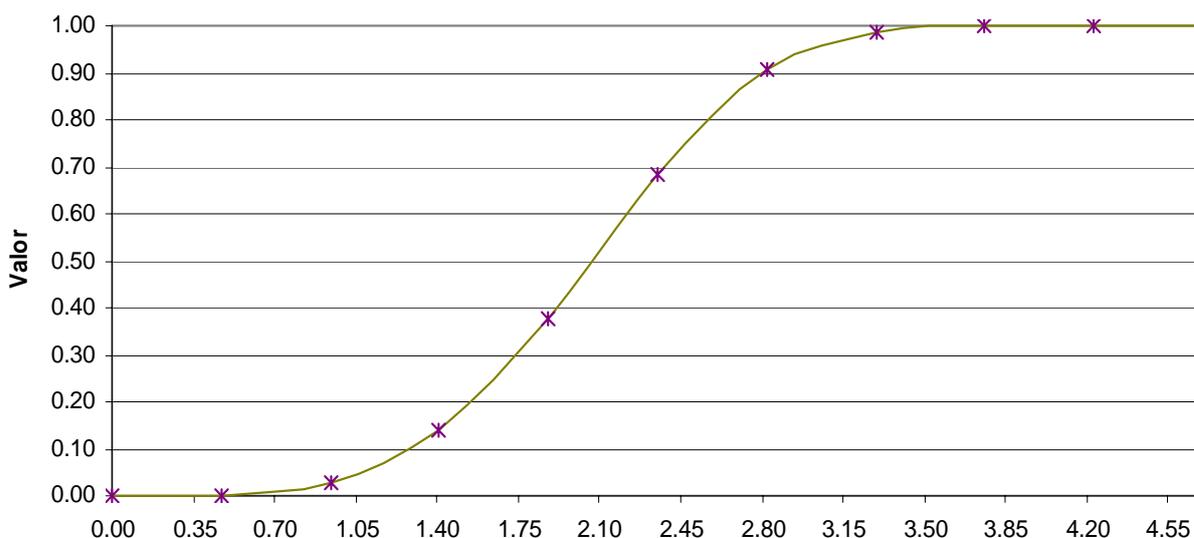


**Gráfico 4. Función valor “No. de proyectos en los 3 últimos años con financiación pública/número PDI**  
financiación pública), la satisfacción aumenta. La forma de la curva es considerada en forma de “S” tal como se muestra en el gráfico 4. Con ello se expresa que la cantidad de proyectos registrados antes del punto de inflexión (media) aportan poca satisfacción. Sin embargo al pasar de dicho punto, la satisfacción aumenta en gran medida, considerando que valores sobre este

abscisa del punto de inflexión con una ordenada que representa el  $k = 0.50$ , siendo  $X_{\text{máx}} = 0.50$  y  $X_{\text{mín}} = 0$  y un valor de  $p = 2.5$ . Como se puede apreciar, en el gráfico 4, a partir de la respuesta relativa de 0.25, la satisfacción comienza a aumentar de forma considerable.

**6.6. Función de Valor del indicador “Número de revistas indexadas [ISBN] + patentes últimos 3 años / número PDI en 3 últimos años”**

Este indicador se presenta en valores



**Gráfico 5. Función de valor “Número de revistas indexadas [ISBN] + patentes en últimos 3 años/PDI en 3 últimos años.**

relativos a la variable:

Investigación		Docencia		Compromiso con el sistema		Compromisos externos	
DEPTO.		DEPTO.		DEPTO.		DEPTO.	
8	0,16	10	0,12	19	0,19	21	0,09
31	0,13	40	0,09	17	0,15	5	0,09
4	0,12	24	0,09	8	0,14	2	0,05
19	0,11	8	0,08	31	0,13	31	0,05
17	0,11	4	0,08	5	0,13	32	0,05
16	0,10	19	0,08	18	0,12	24	0,05
21	0,10	26	0,08	29	0,11	17	0,04
40	0,08	5	0,08	10	0,11	33	0,04
2	0,06	9	0,07	4	0,10	8	0,04
25	0,06	18	0,07	3	0,10	28	0,04
35	0,05	3	0,07	24	0,10	34	0,04
22	0,04	27	0,07	25	0,10	20	0,04
37	0,04	23	0,07	11	0,09	38	0,04
39	0,04	36	0,06	32	0,09	18	0,04
7	0,04	6	0,06	30	0,08	4	0,04
6	0,04	38	0,06	6	0,08	22	0,03
5	0,03	21	0,06	38	0,08	3	0,03
34	0,03	2	0,05	23	0,07	1	0,03
10	0,03	32	0,05	40	0,07	35	0,02
11	0,03	34	0,05	16	0,06	6	0,02
23	0,03	14	0,05	26	0,06	25	0,02
1	0,03	35	0,05	20	0,06	23	0,02
29	0,03	39	0,05	27	0,06	16	0,02
24	0,02	7	0,05	35	0,06	11	0,02
38	0,02	31	0,05	1	0,06	7	0,02
36	0,02	16	0,05	21	0,06	37	0,02
18	0,01	28	0,05	14	0,05	36	0,01
9	0,00	1	0,05	7	0,05	27	0,01
30	0,00	20	0,04	33	0,05	40	0,01
28	0,00	22	0,04	34	0,05	30	0,01
32	0,00	12	0,04	39	0,05	12	0,01
12	0,00	30	0,04	37	0,04	10	0,01
3	0,00	17	0,04	22	0,03	19	0,01
13	0,00	25	0,04	9	0,03	14	0,01
26	0,00	37	0,04	12	0,03	26	0,01
27	0,00	33	0,04	28	0,03	29	0,01
33	0,00	11	0,03	2	0,03	13	0,00
15	0,00	29	0,03	15	0,03	9	0,00
20	0,00	13	0,02	13	0,02	39	0,00
14	0,00	15	0,01	36	0,02	15	0,00

Tabla 3. Índices de valor de todos los departamentos universitarios por cada requerimiento.

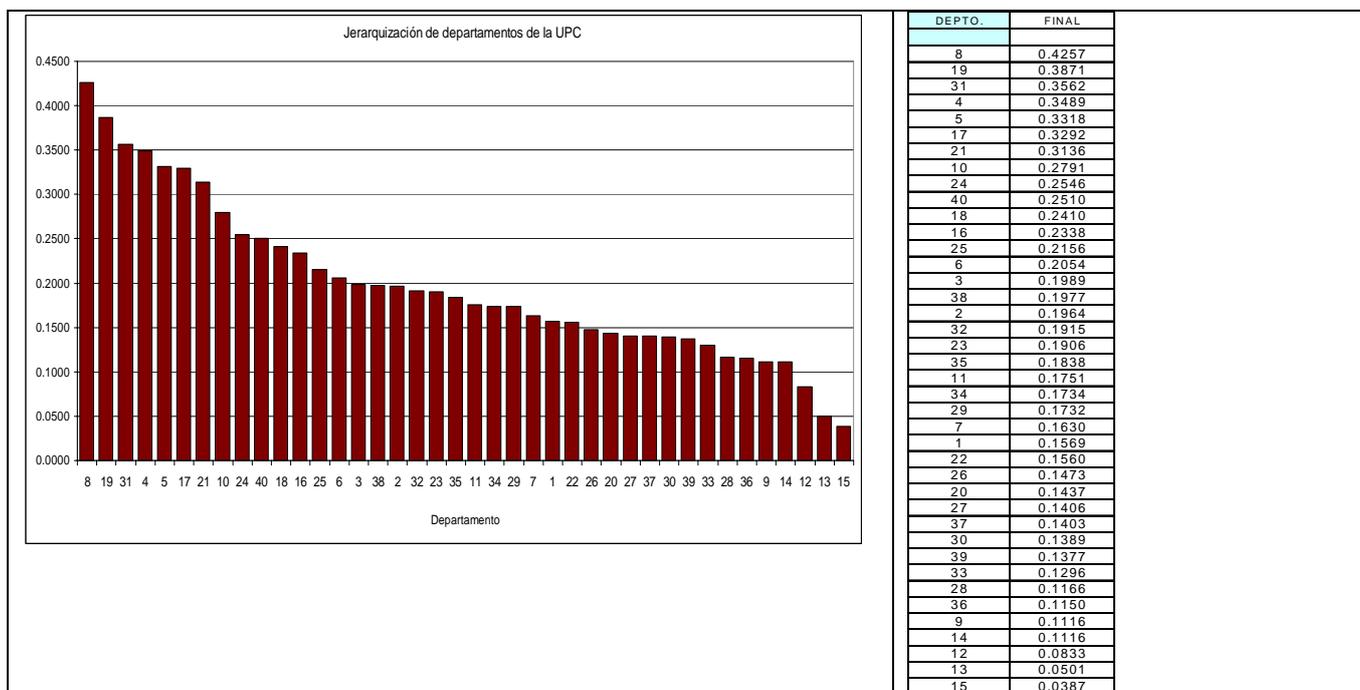


Gráfico 6. Ordenación y cuantificación de los departamentos universitarios a través de análisis de valor

“número de revistas indexadas con respecto al número total de PDI del departamento e investigadores”. El alcance de esta variable será medida en los tres últimos años evaluados, el cual se da para evitar sesgos de información importantes de un año respecto a otro.

La función de valor se entiende que es creciente, esto es, a medida que aumenta la cantidad de publicaciones y patentes, la satisfacción aumenta. La forma de la curva es considerada en forma de una “S” con una pendiente considerable, tal como se muestra en el gráfico 5. Con ello se expresa que la cantidad de artículos y patentes registradas antes del punto de inflexión aportan poca satisfacción. Sin embargo al pasar por dicho punto, la satisfacción aumenta de forma importante, llegando a un punto en que la cantidad de estos aspectos ya no aportan algún aumento de satisfacción para el departamento. En ella puede las abscisas que se adopta un  $X_{\min} = 0$  y un  $X_{\max} = 4.55$ , tal como se deduce de la tabla 2. Los otros valores característicos son  $C = 1.41$ ,  $k = 0.15$  y  $p = 4$ .

## 7. RESULTADOS OBTENIDOS

Para definir el valor de la alternativa a nivel de requerimientos, se multiplica el peso del atributo respectivo por la respuesta de la alternativa asociada al requerimiento respectivo, obteniéndose de este modo un valor para cada indicador. En la ecuación (3) se define de forma análoga este planteamiento.

$$V(R_n) = \sum_{k=1}^z w(C_k R_n) * V(C_k R_n) \quad [3]$$

El número de departamentos es 40 y, por temas de confidencialidad, tal y como se ha comentado, no se enumeran de acuerdo a su código y se les ha denominado por un número según un orden aleatorio. En la tabla 3, se muestran los resultados de la valoración de cada uno de los 4 requerimientos planteados. Finalmente, en el gráfico 6 se muestra cada uno de los departamentos jerarquizados y ordenados de acuerdo a su índice de valor final. En este gráfico, se aprecia que los departamentos con mayor índice de valor son el 8, 19, 31, 4, y 5 (en ese orden).

En el gráfico se pueden ver las diferencias entre los departamentos con mayor índice de valor (potentes) y con menor (débiles). Con respecto a los resultados, se pueden diseñar estrategias de mejora de acuerdo a las debilidades de cada departamento, intentando siempre mantener un equilibrio entre los requerimientos planteados.

En cambio, departamentos como el 14, 12, 13 y 15 se han jerarquizado al final de la lista de los departamentos. En definitiva, habría que reflexionar sobre las buenas (o no) estrategias para el correcto desempeño de las unidades de la Universidad Politécnica de Cataluña. En este caso no se tuvieron en cuenta factores de estrategias de equipos como dividir la puntuación por el nº de autores firmantes de un artículo, tipos de proyectos competitivos, tipo de revista indexada, equidad de género etc., si bien puede ser un factor de discriminación que haya que tener presente, ya que puede favorecer a departamentos (o no) en la valoración.

## 8. CONCLUSIONES

- Con este trabajo se ha propuesto un procedimiento de mejora para la evaluación de departamentos universitarios, basado en una metodología de valor, además de concebir la valoración de forma integral y asociada entre los aspectos.

- El planteamiento del modelo en lo que respecta a la definición del árbol de requerimientos antes de la definición de las alternativas ha permitido evitar resultados tendenciosos y obtener resultados precisos en la valoración global.

- La ordenación y jerarquización de los departamentos ha expresado la misma tendencia que otros modelos han sugerido.

- Los resultados de este análisis se ha materializado en la adopción del modelo de evaluación por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

## 9. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al equipo de trabajo de la Dirección de la Universitat Politècnica de Catalunya por el tiempo otorgado durante el desarrollo del estudio de investigación. Asimismo, D. Noé Villegas agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT/México) la beca concedida para hacer el doctorado en la UPC. y, finalmente, a la Escuela Técnica Superior de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos por la financiación aportada para presentar este artículo. Este trabajo ha contado con la financiación del proyecto del MEyC español BIA2005-09163-C03-01.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Arbel, A. (1983). A university budget problem: A priority based approach. *Socio-Economic Planning Sciences*. 17(4), 181-189.
- Aguado, A., Manga, R. y Ormazabal, G. (2007). La medida de la sostenibilidad en edificación industrial. en *Los aspectos conceptuales del proyecto MIVES*. Ed.: UPV-EHU.
- Badri, M., Selim, H., Alshare, K., Grandon, E., Younis, H. y Abdulla, M. (2006). The Baldrige Education Criteria for Performance Excellence Framework: Empirical test and validation. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 23(9), 1118-1157.
- Buela-Casal, G. (2007a). Criterios, indicadores y estándares para la acreditación de profesores titulares y catedráticos de Universidad. *Psicothema*, 19 (4), 537-551.
- Buela-Casal, G. (2007b) Reflexiones sobre el sistema de acreditación del profesorado funcionario de Universidad en España. *Psicothema* 2007. 19(3), 473-482.
- Caballero, R., González, M., Molina, J., Castrodeza, C. y Peña, T. (2000). Análisis multiobjetivo de las necesidades docentes de los departamentos universitarios: una aplicación a la Universidad de Valladolid. *Revista Estudios de Economía Aplicada*. 15, Agosto, 29-45.
- Castrodeza, C. y Peña, T. (2002). Evaluación de la actividad investigadora universitaria: Una aplicación a la Universidad de Valladolid. *Revista Estudios de Economía Aplicada*. 20, Abril, 29-44.
- Chacón S., Pérez-gil, J., Holgado, F. y Lara Ruiz, A. (2001). Evaluación de la calidad universitaria: validez de contenido. *Psicothema*, 13(2), 294-301.
- De Miguel, M. (1991). *La evaluación de las instituciones universitarias*. Madrid: MEC.
- Dochy, F., Segers, M. y Winjen, W. (1990). *Management information and performance indicators in higher education: an international issue*. Assen: Van Gorcum.
- Ehie, I. y Karathanos, D. (1994). Business faculty performance evaluation based on the new AACSB accreditation standards. *Journal of Education for Business*. 69(5), 257-262.
- Etxegaray, S. (1991). La evaluación de la docencia del profesorado universitario. *Investigación en la Escuela*. 15, 67-81.
- Gonca, Y. (2006). University evaluation-selection: a Turkish case. *International Journal of Educational Management*, 20(7), 559-569.
- Grandzol, J. (2005). Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: A Case for the Analytic Hierarchy Process. *IR Applications*. 6(24).
- Hernández, F. (1996). La evaluación de los alumnos en el contexto de la evaluación de la calidad de las universidades. *Revista de Investigación Educativa*. 2, 25-20.
- Hope, R. y Sharpe, J. (1989). The use of two planning decision support systems in combination for the redesign of an MBA information technology programme. *Computers and Operations Research*. 16(4), 325-332.
- Liberatore, M. y Nydick, R. (1997). Group decision making in higher education using the analytic hierarchy process. *Research in Higher Education*. 38(5), 593-614.
- Mckenna, M. y Olson, G. (2008). Hierarchical model for coaching technical design teams. *International Journal Engineering Education*. 24(2), 260-265.
- Miles, L. (1961). The Value Analysis System". En *Acta del 17th Annual Conference and Convention Program of the American Institute of Industrial Engineers*. Detroit, Estados Unidos.
- Neave, G. (2001). *Educación superior: historia y política sobre la universidad contemporánea*. Barcelona: Gedisa.
- Picallo, C. (2002). Propuestas y criterios de evaluación para la investigación en la UAB. *Revista de Sociología*. 67, 25-28.
- Pulido, A. (2008). *Optimización de los pavimentos industriales desde una perspectiva sostenible y aplicación de la herramienta MIVES*. Tesis para optar al título de doctor Ingeniería de Caminos. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Rojí, E. (Editor) (2006). *La medida de la sostenibilidad en edificación industrial. Modelo integrado de Valor en Edificios*

- Sostenibles (MIVES)*. LABEIN. UPV-EHU UPC.
- Romana, M. (2007). La dedicación de un profesor de universidad (al menos de Ingeniería). *Revista de Obras Públicas*. 2007, 154(3480), 7-10.
- Saaty, T. (1980). *AHP: The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill.
- Saaty, T. y Rogers, L. (1976). Higher education in the United States (1985-2000): Scenario construction using a hierarchical framework with eigenvector weighting. *Socio-Economic Planning Sciences*. 10, 251-263.
- Satorras, M. (2003). *La qualitat als centres de formació superior experiències a l'Àrea de Barcelona*. 2ª Edició. Barcelona Edicions (UPC).
- Schaefer, D., Panchal, J., Choi, S. y Mistre, F. (2008). Strategic design of engineering education for the flat world. *International Journal Engineering Education*. 24(2), 274-282.
- Stufflebeam, D., Madaus, G. y Kellaghan, T. (2000). *Evaluation models: viewpoints on educational and human services evaluation*.
- Tadisina, S. y Bhasin, V. (1989). Doctoral program selection using pairwise comparisons. *Research in Higher Education*. 30(4), 403-418.
- Tejedor, F. y Montero, L. (1990). Indicadores de la calidad docente para la evaluación del profesorado universitario. *Revista Española de Pedagogía*, 48(186), 59-279.
- Trinidad, A. y García, I. (2002). Análisis de la bibliografía sobre evaluación de universidades (1990-2002). Documento de trabajo pendiente de publicación.
- Trinidad, A., Ayuso, L., Gallego D. y García J. (2003). La evaluación del Plan Nacional de evaluación y Calidad Universitaria desde la Grounded Theory Universidad de Granada. *Departamento de Sociología. Paper 70*, 83-113.
- Tummala, V. y Sanchez, P. (1988). Evaluating faculty merit awards by analytic hierarchy process. *Modeling, Simulation and Control C. Environmental, Biomedical, Human and Social Systems*. 11(4), 1-13.
- Villar, L. y Alegre, O. (2004). *Manual para la excelencia en la enseñanza superior*. Madrid, Spain: McGraw-Hill.
- Villegas, N. (2008). *Análisis de valor para la toma de decisión aplicado a carreteras: secciones transversales*. Tesis doctoral en desarrollo. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Wu, W. Chen (2008). Effect of varied types of instructional delivery media and messages for engineering education: an experimental study. *Journal Engineering Education*. 24(1), 107-114.