

**AGRUPACIÓN ALTERNATIVA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS
UNIVERSIDADES PÚBLICAS ESPAÑOLAS**

GARCÍA-ARACIL, Adela*

PALOMARES-MONTERO, Davinia

Resumen. Las universidades están cambiando sus estrategias en función del cumplimiento de sus tres principales misiones: docencia, investigación y transferencia de conocimiento. Esta diferenciación ha propiciado un aumento de la heterogeneidad del sistema universitario español. Sin embargo, a pesar de dicha diferenciación, se continúa evaluando a las universidades en función de su posición jerárquica acorde a *rankings* definidos, usualmente, con indicadores simples, no respondiendo a la visión multidimensional que caracteriza a la universidad de hoy en día. En este contexto, resulta necesario indagar acerca de una agrupación alternativa para las universidades que responda a la diversidad del sistema. En este trabajo, aplicamos el análisis multidimensional *fuzzy cluster* para representar de forma más flexible la realidad compleja que caracteriza al sector universitario. El trabajo ha permitido identificar tres grupos de universidades dependiendo del grado de desarrollo de sus tres principales misiones, si bien se observa que algunas universidades están incluidas en dos grupos diferentes al mismo tiempo.

Palabras clave: Evaluación; Universidad; *Fuzzy Cluster*

Clasificación JEL: I21 Análisis de la Educación; I23 Centros de enseñanza superior y de investigación.

1. Introducción

El incremento por el interés de la evaluación de las instituciones universitarias es debido, entre otros factores, a la progresiva reducción de los fondos públicos para la educación superior, la creciente competencia entre las instituciones y la conciencia creciente en el público de la relación calidad-precio (Stella y Woodhouse, 2006).

La esencia de la evaluación de la institución universitaria es conocer el grado en el que son alcanzados los objetivos que persigue la institución. Dado que las instituciones universitarias públicas son organizaciones de servicios sin ánimo de lucro, evaluar su rendimiento es notablemente complicado, ya que en el sector público muchas veces se desconocen los precios y la naturaleza de muchos *inputs* y *outputs*, o su producción conjunta es intangible en numerosas ocasiones (Gómez Sancho, 2005). A esta peculiaridad se suma el hecho de que las universidades son responsables de desarrollar diversas misiones y son, también, una mezcla particular de burocracia administrativa, de colegiatura, de relaciones políticas y sindicales y de individualismo profesional,

* Adela García-Aracil: INGENIO (CSIC-UPV), Universitat Politècnica de València. Ciudad de la Innovación. Camino de Vera, s/n. Edificio 8E, 46022-Valencia. Correo-e: agarcia@ingenio.upv.es. Davinia Palomares-Montero: INGENIO (CSIC-UPV), Universitat Politècnica de València. Ciudad de la Innovación. Camino de Vera, s/n. Edificio 8E, 46022-Valencia. Correo-e: dpalomares@ingenio.upv.es.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido apoyo del proyecto ref. ECO2008-02553/ECON, titulado “Las misiones de la universidad y su complementariedad. Nuevos métodos de evaluación en términos de eficiencia”, financiado por el Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación.

circunstancias que convierten a la evaluación más compleja si cabe (Cerezo et al., 2008). Por ello, es necesario contar con elementos capaces de evaluar el conjunto de actividades que desarrolla la universidad, tanto desde el punto de vista de su efectividad o eficiencia como de sus posibles usos, con el objetivo de buscar la racionalidad de los recursos de acuerdo con los intereses estratégicos definidos por la institución (Buela-Casal et al., 2009).

Cada vez más los gestores prestan atención a la evaluación institucional, pues son conscientes de que entran en juego muchos intereses. Por un lado, las familias ven la educación como una inversión personal; por otro lado, los gobiernos solicitan la rendición de cuentas para formular políticas y los organismos de financiación necesitan tomar las decisiones en base a los resultados de la evaluación; además, la sociedad reclama conocer el uso que se hace del dinero de los contribuyentes, mientras la industria considera esencial la adecuada formación de los futuros empleados y el desarrollo de actividades en colaboración con la universidad para promover la innovación industrial. De igual modo, la necesidad de formar parte de la Sociedad del Conocimiento exige a las instituciones y a los gobiernos aplicar sistemas nacionales de evaluación que garanticen un mínimo patrón de calidad (Royer, 2002; Pérez Esparrells, 2004).

En este contexto, la actividad de evaluación debe explicar cuáles son los resultados que ofrece la universidad a la sociedad, cuáles son los principales impactos de su desempeño, en qué medida se han alcanzado los objetivos propuestos y cuál es la relación existente entre los recursos asignados y los resultados alcanzados, posibilitando interrelacionar los resultados de la evaluación con el proceso de toma de decisiones y la conformación de políticas (Martínez Cabrera, 2003).

Las metodologías de evaluación que se pueden poner en marcha para conocer el funcionamiento de las instituciones científicas son muchas y variadas. Los autores que han trabajado en este tema ofrecen múltiples posibilidades produciéndose, en este sentido, intensos debates técnicos-académicos acerca de cuáles son los métodos idóneos para evaluar el grado de consecución de la misión y objetivos de la universidad (Santos Guerra, 1999; Bricall, 2000). Sin embargo, en los últimos años el establecimiento de rankings es una herramienta de evaluación que está cobrando cada vez mayor protagonismo a nivel internacional. De hecho, en la actualidad, la educación superior está más internacionalizada y resulta insuficiente para una universidad conocer su posición con respecto a las universidades de su país, dado que la competencia es global, y es necesario compararse con las universidades del resto de mundo (Stella y Woodhouse, 2006).

La mayoría de los rankings de universidades son desarrollados por entidades privadas, aunque también las asociaciones profesionales y los gobiernos comienzan a prestar atención a este tipo de clasificación de las universidades. Es evidente que existen diferencias entre las distintas clasificaciones en términos de lo qué se mide, cómo se mide y cómo se definen los indicadores seleccionados para la ordenación de las instituciones (Osoro y Salvador, 1993; Pulido y Pérez, 2003; Buesa et al., 2009; Buela-Casal et al., 2009). Muchas de las clasificaciones utilizan indicadores sesgados hacia una de las misiones de la universidad, especialmente la investigación, lo cual ofrece una visión unidimensional de la institución.

Por otro lado, se está debatiendo la estructura numérica de los rankings ya que algunas diferencias entre universidades, que se encuentren próximas en el ranking, pueden ser debidas a cuestiones estadísticas y no tanto a aspectos reales. La arbitrariedad

con la que en ocasiones se asignan pesos a los indicadores incluidos en el establecimiento del ranking también es centro de atención por los continuos cambios en la metodología o el hecho de que no se tienen en cuenta aspectos cualitativos de la institución (Stella y Woodhouse, 2006). Es decir, en ocasiones los rankings están más centrados en aquello que se puede medir y no tanto en aquello que es realmente importante.

Por esta razón, resulta necesario indagar acerca de una agrupación de universidades alternativa, que responda a la diversidad del sistema y que integre el conjunto de variables que guardan relación con las misiones de la institución universitaria, que represente la estrategia de la universidad y que permita analizar cómo está cada universidad con respecto a sus similares (Buesa et al., 2009).

En este contexto, los estudios basados en la interdependencia recursiva de conglomerados (*cluster*) de las universidades constituyen uno de los métodos multivariantes que permiten una mejor comprensión del comportamiento de los sistemas universitarios y el desarrollo de nuevas teorías explicativas (Gómez Sancho, 2005). En este campo de estudio podemos encontrar diferentes trabajos que han establecido una tipología de universidades mediante la aplicación de análisis *cluster*. Así, existen trabajos que agrupan a las instituciones universitarias mediante análisis *cluster* jerárquicos en función de sus resultados financieros (Fernández-Alfaro y Fernández-López, 2006; de Pablos Escobar y Santín González, 2001). Asimismo, encontramos estudios que, utilizando el *cluster* bietápico, agrupan las instituciones universitarias en base a las titulaciones que imparten (Gómez Sancho, 2003; Fernández-López et al., 2003). También son frecuentes los trabajos que clasifican a las universidades en base a sus resultados, ya sean académicos o de investigación (Cramer y Page, 2007; MacGregor, 2010), o en función de la tipología de los estudiantes (Luan, 2001) o la proyección internacional de las instituciones (Fernández-López et al., 2007). Estos estudios han aplicado, principalmente, los métodos *cluster* tradicionales, el jerárquico y el particionado, siendo el objetivo de la clasificación diverso en cada caso.

Asimismo, algunos estudios han realizado tipologías de universidades en función de sus misiones. Como ejemplo representativo está la clasificación realizada por la Fundación Carnegie que aplica un análisis *cluster* convencional utilizando variables como estudiantes matriculados y graduados, tamaño de la institución, etc., para agrupar las universidades en diferentes aspectos como la docencia o el compromiso social (Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 2008). Por lo general, las clasificaciones realizadas en base a la misión de la institución están enfocadas, principalmente, a la investigación, como ocurría en los rankings académicos, por lo que dejan fuera aspectos importantes de la institución universitaria como, por ejemplo, los relativos a la docencia (Volkwein y Sweitzer, 2006; Weerts y Ronca, 2006; Shin, 2009).

Mediante este trabajo tratamos de ofrecer una clasificación integradora de las tres principales misiones universitarias (la docencia, la investigación y la transferencia de conocimiento). Concretamente, nuestro interés se centra en conocer si el Sistema Universitario Público Español (SUPE) tiende a ser más un sistema homogéneo cuyas universidades son comparables entre sí o, por el contrario, se trata de un sistema que se ha especializado de acuerdo a sus estrategias. La hipótesis de partida es que las universidades que conforman el SUPE se han especializado en base a diferentes grados de desarrollo de las misiones, pudiendo identificarse diversos conjuntos de instituciones en función de la dedicación a cada una de ellas.

Buscamos, por tanto, una visión estratégica en la identificación de los grupos de universidades que componen el SUPE, concibiendo como criterios de caracterización las misiones de la institución. Las aportaciones de este trabajo radican no sólo en este aspecto sino, como se verá en el siguiente apartado, en el procedimiento metodológico empleado. Mientras en los estudios llevados a cabo hasta ahora se suelen utilizar principalmente los *cluster* convencionales, en el presente estudio se aplica el análisis *fuzzy cluster*, técnica estadística que permite mayor flexibilización en el establecimiento de grupos, ya que asigna un mismo caso a distintos grupos en función de su grado de pertenencia a cada uno (Bezdek, 1981). Los análisis permitirán conocer, a su vez, la relación que existe entre las distintas misiones de la universidad, de forma que podremos averiguar si las instituciones universitarias están especializándose en alguna de estas misiones, dedicando mayor atención a una en detrimento de las otras o si, por el contrario, las están complementando de forma que el mayor desarrollo de una no afecta negativamente al desarrollo de las otras.

2. Metodología del *fuzzy cluster*

Con el propósito de obtener una tipología de universidades en el SUPE, alternativa a la obtenida en otros trabajos de la literatura (Fernández-Alfaro y Fernández-López, 2006; Gómez Sancho, 2003; Cramer y Page, 2007; MacGregor, 2010), aplicamos un análisis multidimensional *fuzzy cluster*. Este tipo de análisis *cluster* permite representar la realidad compleja que caracteriza al sector universitario agrupando las instituciones en distintos *clusters* y otorgando a cada universidad un grado de pertenencia a cada uno de ellos. Y es que, en la práctica, un mismo elemento o caso puede pertenecer a varios grupos, aunque con distintos grados de probabilidad. Se trata de un procedimiento que da mayor flexibilidad a la agrupación de las universidades que los *cluster* convencionales, donde cada caso es asignado, de forma exclusiva, a un grupo, dependiendo del grado de similitud y disimilitud entre e intra grupos (Everitt, 1980; Bezdek, 1981).

Los algoritmos utilizados en la formación de *clusters* se agrupan en dos categorías, los métodos jerárquicos que construyen una jerarquía en los datos y deducen de allí los grupos y, los métodos de partición que dividen los datos en grupos disjuntos. En los primeros – métodos jerárquicos –, se crea una matriz de distancias o de similitudes a partir de la cual se clasifican los elementos en una jerarquía. Los algoritmos existentes funcionan de manera que los elementos son sucesivamente asignados a los grupos, pero la asignación es irrevocable, es decir, una vez hecha, no se cuestiona. En los segundos – métodos de partición –, el método tradicional utilizado es el *K-medias*, método iterativo donde el usuario debe proporcionar el *k* conglomerado que desea tener y donde también se debe definir una medida de distancia de cada punto de la matriz de datos a cada centro de grupo o centroide (Ball y Hall, 1967; Rousseeuw et al., 1996).

El análisis de *fuzzy cluster* o “agrupamiento difuso”, que introdujo Lotfi Asker Zadeh (Zadeh, 1965), es una variante de los métodos de partición que tiene la ventaja sobre la lógica de conjuntos en el hecho de decir que un elemento puede estar incluido en varios grupos simultáneamente, con diferentes grados de pertenencia. El conjunto de datos *Z* es entonces dividido en *c* subconjuntos difusos. En muchas situaciones reales, el grupo difuso es mucho más natural que la teoría de conjuntos convencional (un elemento está o no incluido dentro de un grupo), puesto que los objetos que se encuentran en las fronteras de estos grupos no necesariamente pueden ser forzados a pertenecer a uno de

ellos. Por esto, este problema de la frontera puede ser resuelto asignando un grado de pertenencia en el intervalo $[0,1]$, que indicará una pertenencia parcial.

Dunn (1973) y Bezdek (1981) generalizaron el *fuzzy cluster* a través del algoritmo *fuzzy C-medias* (FCM), variante del algoritmo de *cluster K-medias*. El algoritmo FCM es el método más utilizado para realizar agrupamientos difusos. Entre sus ventajas, éste permite encontrar un conjunto de prototipos representativos de cada *cluster* y los grados de pertenencia de cada elemento a cada *cluster*. La selección de atributos para tareas de agrupamiento, clasificación y segmentación permite tener un mejor entendimiento de los datos de origen y los resultados derivados, además de potencialmente simplificar los análisis al reducir el tamaño de los conjuntos de datos (Kaufman y Rousseeuw, 1990).

El algoritmo FCM se basa en la minimización de la función objetivo siguiente:

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2, 1 \leq m < \infty$$

donde m es cualquier número real mayor que 1, u_{ij} es el grado de adhesión de x_i en el *cluster* j , x_i es el i -mo de los datos medidos d -dimensional, c_j es el centro d -dimensional de la agrupación y $\|\cdot\|$ es cualquier norma que expresa la similitud entre los datos medidos y el centro.

El agrupamiento difuso se lleva a cabo mediante la optimización iterativa de la función objetivo que se ha indicado, con la actualización de u_{ij} miembros y los centros del *cluster* c_j por:

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}, c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m}$$

Esta iteración se parará cuando $\max_{ij} \left\{ u_{ij}^{(k+1)} - u_{ij}^{(k)} \right\} < \theta$, donde θ es un criterio de terminación entre 0 y 1, mientras k son los pasos de iteración. Este proceso converge a un mínimo local o a un punto de encuentro J_m . El algoritmo se compone de los siguientes pasos:

1. Iniciar la matriz $U = [u_{ij}] U^{(0)}$
2. En el paso k : calcular los vectores de centro $C^{(k)} = [c_j]$ con $U^{(k)}$

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m}$$

3. Actualizar $U^{(k)}, U^{(k+1)}$

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

4. Si $\|U^{(k+1)} - U^{(k)}\| < \theta$ entonces finaliza, de otro modo regresa al paso 2.

Por tanto, como se ha dicho, los datos están vinculados a cada grupo por medio de una función de pertenencia, que representa el comportamiento difuso de este algoritmo. Para ello, tenemos que construir una matriz U cuyos factores son números entre 0 y 1, y representa el grado de adhesión entre los datos y los centros de los *clusters*.

Ahora bien, este proceso de partición es sensible a la selección de la medida de disimilitud y al procedimiento de asignación de los centroides iniciales, de ahí que sea importante la agrupación inicial de los datos, que afectará, en definitiva, a la dimensión y forma de los *clusters* limitados por la medida de distancia de cada punto de la matriz de datos a cada centro del conglomerado, de ahí que sea importante el conocimiento del investigador en la toma de decisiones sobre estos aspectos. Por esta razón, como medida de disimilitud utilizamos la distancia euclídea (métrica) y para formar los *clusters* hemos elegido, dentro de las múltiples variantes que existen, la partición al azar en k *cluster* y hemos calculado sus centroides como método alternativo para obtener los k *centroides*.

Por lo tanto, una de las principales dificultades en el análisis es, precisamente, la selección del número de *clusters* que se desea obtener, ya que queda en manos del conocimiento del investigador la toma de esta decisión. En este sentido, hemos decidido agrupar las universidades del SUPE en tres *clusters* con el objetivo de conocer si existe una tipología de universidades en función de las tres principales misiones que desarrollan: la docencia, la investigación y la transferencia de conocimiento.

3. Selección de variables

Las variables incluidas en el análisis *fuzzy cluster* para conceptualizar las misiones de la universidad han sido seleccionadas de entre los indicadores utilizados con mayor frecuencia por las agencias de evaluación y acreditación (ANECA, 2007; García-Aracil y Palomares-Montero, 2010). Concretamente, se han incluido las tres siguientes variables, una para cada misión considerada:

- Número de estudiantes de primer y segundo ciclo por profesor EDP (Est/PDI)
- Número de publicaciones ISI por profesor EDP (ISI/PDI)
- Número de patentes nacionales solicitadas por cada 100 profesores EDP (Pat/PDI)

La selección de estas variables no ha sido aleatoria, sino que está justificada por un estudio previo, que realizaron las autoras mediante la utilización del método Delphi gráfico, en la que un grupo de expertos en materia de gestión universitaria realizaron una selección de aquellos indicadores que mejor describían y permitían evaluar el desempeño de las universidades (para más detalle véase Palomares-Montero y García-Aracil, 2011). Entre el consenso alcanzado por dicho panel de expertos, se obtenía que la primera de las variables (Est/PDI) es la que mejor caracteriza la misión de docencia; que la segunda variable (ISI/PDI) conceptualiza la misión de investigación de la universidad; y, finalmente, la última de las variables (Pat/PDI) corresponde a la transferencia de conocimiento.

En este contexto, aunque en la literatura especializada se proponen multitud de modelos de indicadores para caracterizar las misiones de las universidades, hasta la fecha, no se ha alcanzado un consenso entre los diferentes organismos involucrados en la definición de un sistema común de indicadores aceptado por todos los implicados y en la forma de cuantificarlos. La ausencia de un modelo de indicadores aceptado globalmente conlleva que cualquier análisis se esté realizando sin base teórica que justifique la selección de unos u otros indicadores. Por este motivo, en este artículo se parte como punto de referencia el consenso alcanzado entre expertos en materia de gestión universitaria.

Así, los indicadores citados anteriormente ofrecen, en su conjunto, una imagen global de las actividades de las universidades en base a sus tres principales misiones. La variable Est/PDI está próxima a lo que viene caracterizándose como calidad docente, ya que a menor número de alumnos por profesor, mayor atención puede prestar éste al proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. La variable ISI/PDI se aproxima al concepto de calidad investigadora, dado que a mayor número de publicaciones ISI por profesor EDP mejor posicionada estará la institución. Y finalmente, la variable Pat/PDI es un ejemplo de la actividad de comercialización de la universidad que ofrece una idea del impacto que tiene la universidad en el entorno socioeconómico. De cada uno de los indicadores simples citados, se obtiene una primera clasificación, *rankings*, posicionando a las universidades públicas españolas (véase Tabla 1). Las puntuaciones son ordenadas de mayor a menor, asignándose posteriormente un valor a cada universidad en función de su posición en el conjunto del SUPE: 1 (mayor), 2, 3,..., 47 (menor).

Tabla 1. *Rankings* Descriptivos de las Universidades Públicas Españolas

Universidad	Est/PDI		ISI/PDI		Pat/PDI (*100)	
	Indicador	Ranking	Indicador	Ranking	Indicador	Ranking
Almería	15,23	37	0,31	25	0,80	5
Cádiz	14,69	31	0,22	40	0,90	3
Córdoba	16,89	46	0,47	9	0,47	12
Granada	16,34	44	0,38	14	0,36	17
Huelva	13,11	13	0,17	45	0,13	29
Jaén	16,00	41	0,34	22	0,22	25
Málaga	17,63	47	0,29	30	0,42	15
Pablo de Olavide	14,67	30	0,19	43	0,00	41
Sevilla	15,38	38	0,28	32	0,48	11
Zaragoza	11,24	4	0,34	19	0,29	22
Oviedo	14,51	27	0,41	12	0,31	20
Islas Baleares	15,03	36	0,35	18	0,34	18
La Laguna	13,50	19	0,29	28	0,06	38
Las Palmas de Gran Canaria	15,44	39	0,17	44	0,07	34
Cantabria	11,92	6	0,49	8	0,55	9
Autónoma de Barcelona	14,29	24	0,67	3	0,04	40
Barcelona	12,98	12	0,73	1	0,21	26
Girona	13,69	20	0,37	15	0,12	31

Universidad	Est/PDI		ISI/PDI		Pat/PDI (*100)	
	Indicador	Ranking	Indicador	Ranking	Indicador	Ranking
Lleida	11,05	3	0,34	20	0,15	28
Politécnica de Cataluña	13,22	16	0,40	13	1,17	1
Pompeu Fabra	11,90	7	0,44	10	0,12	30
Rovira i Virgili	14,73	32	0,64	4	0,00	42
Castilla La-Mancha	14,62	28	0,30	27	0,00	43
Alicante	14,43	26	0,33	24	0,33	19
Jaume I de Castellón	13,83	21	0,17	46	0,00	44
Miguel Hernández de Elche	14,18	22	0,53	7	0,40	16
Politécnica de Valencia	13,20	15	0,33	23	0,87	4
València-Estudi General	14,83	33	0,60	5	0,07	36
Burgos	13,31	18	0,17	47	0,49	10
León	14,94	35	0,25	35	0,43	14
Salamanca	12,90	11	0,34	21	0,29	21
Valladolid	12,20	9	0,24	37	0,00	45
Extremadura	14,40	25	0,27	33	0,06	37
A Coruña	16,08	42	0,22	39	0,00	46
Santiago de Compostela	14,25	23	0,59	6	0,05	39
Vigo	15,61	40	0,44	11	0,64	6
Alcalá	13,16	14	0,36	16	0,91	2
Autónoma de Madrid	13,27	17	0,70	2	0,28	24
Carlos III de Madrid	11,95	8	0,30	26	0,07	33
Complutense de Madrid	14,65	29	0,28	31	0,19	27
Politécnica de Madrid	11,80	5	0,21	41	0,62	8
Rey Juan Carlos	16,67	45	0,23	38	0,09	32
Murcia	14,89	34	0,36	17	0,28	23
Politécnica de Cartagena	12,38	10	0,26	34	0,63	7
Pública de Navarra	10,44	1	0,29	29	0,43	13
País Vasco	10,75	2	0,21	42	0,07	35
La Rioja	16,09	43	0,25	36	0,00	47

Fuente: Elaboración propia.

Si observamos los valores obtenidos en la ratio que representa el número de estudiantes por profesor EDP para el año 2006, las universidades que ocupan las tres primeras posiciones son la Universidad Pública de Navarra, la del País Vasco y la de Lleida, cuyos ratios oscilan entre 10,44 y 11,05 estudiantes por profesor EDP. Por lo que respecta al número de publicaciones ISI por profesor EDP, las universidades líderes en el año 2006 son la Universidad de Barcelona, la Autónoma de Madrid y la Autónoma de Barcelona. Se trata de universidades que obtienen resultados superiores a 0,60 publicaciones ISI por profesor EDP. Con relación al número de patentes por cada 100 profesores EDP, para el año 2006, las universidades situadas entre las tres primeras posiciones son la Universidad Politécnica de Cataluña, la de Alcalá y la de Cádiz. Estos

resultados deben ser interpretados con cautela al tratarse de valores extremadamente pequeños y próximos entre las instituciones, por lo que su capacidad de discriminación es baja. Por ejemplo, se observa un grupo de universidades que obtienen puntuaciones próximas a cero, por lo que no sería oportuno concluir que una universidad es mejor que otra.

Por lo tanto, concluimos, que la elaboración de *rankings* con indicadores simples, parece un método simple y de fácil aplicación que proporciona una primera idea general de la posición de cada institución en el conjunto del SUPE, pero la interpretación de los mismos debe realizarse con cautela, dado que ofrecen información de una parcela de la actividad de la universidad, y más, si se consideran los mismos como indicadores de evaluación del quehacer de las instituciones universitarias. De ahí, que en el próximo apartado, presentemos una agrupación alternativa que responda al carácter multidimensional del desempeño de las universidades.

4. Resultados

Los análisis *cluster*, tanto el convencional como el *fuzzy cluster*, han sido aplicados al conjunto de universidades públicas que componen el SUPE (47 instituciones universitarias), tomando como año de referencia el 2006, último año del que se dispone de datos en alguna de las variables utilizadas en el modelo.

La aplicación del análisis *cluster K-medias* ha permitido identificar tres grupos de universidades en el SUPE. El primero está compuesto por 11 instituciones, el segundo por 20 y el tercero por 16 universidades (véase Tabla 2).

Tabla 2.- Resumen Estadístico de las Variables en el *Cluster K-medias*.

Grupos en el SUPE	Estadístico	Est/PDI	ISI/PDI	Pat/PDI
<i>Cluster 1</i> N=11	Mínimo	15,23	0,17	0,00
	Media	16,12	0,31	0,32
	Máximo	17,63	0,47	0,80
<i>Cluster 2</i> N=20	Mínimo	13,27	0,17	0,00
	Media	14,02	0,38	0,22
	Máximo	15,03	0,70	0,90
<i>Cluster 3</i> N=16	Mínimo	10,44	0,17	0,00
	Media	12,14	0,34	0,41
	Máximo	13,22	0,73	1,17
Total N=47	Mínimo	10,44	0,17	0,00
	Media	14,01	0,35	0,31
	Máximo	17,63	0,73	1,17

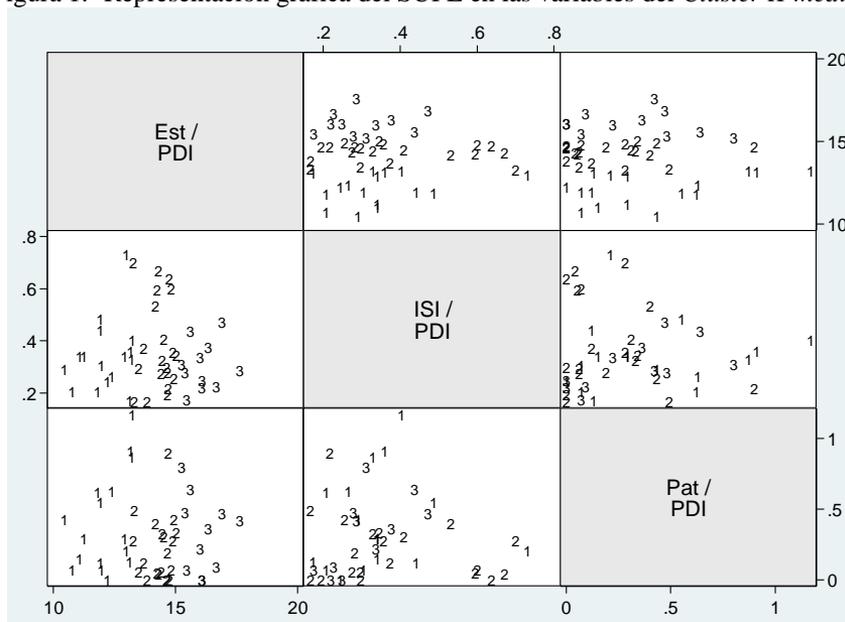
Fuente: *Elaboración propia*.

Tomando en consideración el resumen estadístico de las variables utilizadas en el análisis *cluster K-medias*, es decir, número de estudiantes de primer y segundo ciclo por profesor EDP (Est/PDI), número de publicaciones ISI por profesor EDP (ISI/PDI) y número de patentes nacionales solicitadas por cada 100 profesores EDP (Pat/PDI), podemos concluir que: i) el primero de los *cluster*, *Cluster 1*, recoge a las universidades más orientadas a la docencia, dado que en promedio la puntuación de la variable *proxy* a docencia (Est/PDI), para este grupo, es mayor que la obtenida por la media total de la muestra (16,12 respecto a 14,01), es decir, que estas universidades están dedicando más recursos a esta actividad; ii) el segundo *cluster*, *Cluster 2*, agrupa a las universidades más

orientadas a la investigación, debido a que en promedio la puntuación de la variable *proxy* a investigación (ISI/PDI) para este conglomerado, se encuentra por encima de la media total de la muestra (0,38 respecto a 0,35); y, iii) el tercer *cluster*, *Cluster 3*, recoge a las universidades más orientadas a la transferencia de conocimiento ya que, en este caso, en promedio la puntuación de la variable *proxy* a transferencia de conocimiento (Pat/PDI) es superior a la media total de la muestra (0,41 respecto a 0,31).

La relación entre las variables incluidas en el análisis *cluster K-medias* puede observarse también en la Figura 1. Los valores que aparecen en el interior de los recuadros corresponden a las universidades que componen la muestra; los números “1” son aquellas universidades asociadas al *Cluster 1* (docencia), los números “2” son aquellas universidades asociadas al *Cluster 2* (investigación) y los números “3” son aquellas universidades asociadas al *Cluster 3* (transferencia de conocimiento). Si nos fijamos en las variables Est/PDI e ISI/PDI (véase e.g. recuadro central superior), se observa una relación positiva entre las universidades asociadas al *Cluster 1* y aquellas pertenecientes al *Cluster 2*, mientras que en las universidades agrupadas en el *Cluster 3* dicha relación es negativa.

Figura 1.- Representación gráfica del SUPE en las variables del *Cluster K-medias**.



Fuente: Elaboración propia. * 1=Universidades asociadas al Cluster Docencia; 2=Universidades asociadas al Cluster Investigación; 3=Universidades asociadas al Cluster Transferencia de Conocimiento.

Por otra parte, si nos fijamos en las variables Est/PDI y Pat/PDI (véase e.g. recuadro derecho superior) se observa un comportamiento parecido al anterior: mientras que las universidades asociadas al *Cluster 1* y al *Cluster 2* muestran una relación positiva, las asociadas al *Cluster 3* muestran una relación negativa. Sin embargo, la relación entre las variables ISI/PDI y Pat/PDI es distinta (véase e.g. recuadro derecho central); si bien existe mayor variabilidad, podemos decir que en las universidades agrupadas en el *Cluster 1* y en el *Cluster 2* la relación es negativa, mientras que en las del *Cluster 3* se observa una relación positiva entre ambas variables. A partir de este resultado podríamos inferir la relación que existe entre las tres principales misiones que desarrolla la

institución universitaria: docencia e investigación se relacionan positivamente, así como también lo hacen la investigación y la transferencia de conocimiento, mientras que la docencia y la transferencia de conocimiento presentan una relación negativa. Con la información obtenida anteriormente, se realiza un análisis *fuzzy cluster* con la intención de obtener información acerca de una posible clasificación alternativa que flexibilice la agrupación anterior, otorgando diferentes grados de pertenencia a las universidades en los diferentes grupos. La mayor flexibilidad en la clasificación permite afinar en el significado real de la asignación de una universidad a un determinado grupo y caracterizarlo de forma que se aproxime a su práctica. Con ánimo de simplificar la información sobre las funciones de pertenencia, se ha considerado que un valor $\geq 0,5$ en un grupo es indicativo de que la clasificación de la universidad correspondiente es prioritaria, aunque no exclusiva, en ese grupo (véase Tabla 3). En base a esta consideración, podemos decir que en el *Cluster 1* ocho universidades se encuentran en esta situación, en el *Cluster 2* son 18 instituciones y en el *Cluster 3* lo están 13 universidades. Por tanto, esto significa que del total de 47 universidades que componen el SUPE, las ocho instituciones restantes (17,0%) pueden ser clasificadas simultáneamente en distintos *clusters*. Este resultado no habría sido puesto en evidencia si solo se hubiera considerado el *cluster K-medias* anterior.

Tabla 3.- *Cluster* y valores de pertenencia

CLUSTER	Pertenencia $\geq 0,5$	Pertenencia $< 0,5$			
		Univer sidad	Función de perte nencia	Cluster Alter nativo	Función de perte nencia
1. Docencia: Valores altos en Est/PDI Valores medios en ISI/PDI Valores bajos en Pat/PDI	ULC URI UCO ULPG UGR UMA UJA URJC	UVI USE UALM	0,4964 0,4857 0,4823	2 2 2	0,3749 0,4587 0,3397
2. Investigación: Valores altos en ISI/PDI Valores medios en Pat/PDI Valores bajos en Est/PDI	UAL UDG UMU UAB UIB UOV UCA UJI UPO UCLM ULL URV UCM ULE USC UEX UMH UVEG	UBU UAM	0,4332 0,3885	3 3	0,2950 0,3119
3. Transferencia de conocimiento: Valores altos en Pat/PDI Valores medios en ISI/PDI Valores bajos en Est/PDI	UAH UPCT USAL UCP UPC UVA UCAR UP MUZA UDL UPV EHU UPN	UHU UPF UB	0,4903 0,4298 0,3875	2 2 2	0,3607 0,3537 0,3645

Fuente: Elaboración propia

El *Cluster 1* se caracteriza por obtener puntuaciones altas en la función de pertenencia relativa al indicador Est/PDI, puntuaciones medias en la función de pertenencia del indicador ISI/PDI y puntuaciones inferiores en la función de pertenencia

en el indicador Pat/PDI. Por tanto, se puede afirmar que las universidades de este *cluster* son universidades que se centran principalmente en la docencia, en segundo lugar, en la investigación y, en último lugar, en la transferencia de conocimiento. Las universidades que de forma clara pertenecen a este *cluster* son la Universidad de A Coruña, de Córdoba, de Granada, de Jaén, de la Rioja, de las Palmas de Gran Canaria, de Málaga y la Rey Juan Carlos de Madrid. Asimismo, pertenecen también a este *cluster* la Universidad de Almería, de Sevilla y de Vigo, pero con un valor en la función de pertenencia menor (la función de pertenencia es $< 0,5$). En estos tres casos, el *cluster* alternativo asignado es el *Cluster 2*, si bien es especialmente complejo tomar una decisión en cuanto a la asignación de grupo en el caso de la Universidad de Sevilla, ya que los valores obtenidos en la función de pertenencia son muy próximos en ambos *cluster*. Se podría decir que estos tres casos desarrollan de forma similar la misión de docencia e investigación, mientras que la transferencia de conocimiento es una misión marginal.

El *Cluster 2* se caracteriza por obtener puntuaciones altas en la función de pertenencia relativa al indicador ISI/PDI, puntuaciones medias en la función de pertenencia relativa al indicador Pat/PDI y puntuaciones inferiores en la función de pertenencia relativa al indicador Est/PDI. Las universidades clasificadas en este grupo son, por tanto, universidades principalmente dedicadas a la investigación, en segundo lugar están orientadas a la transferencia de conocimiento y, en último lugar, desarrollan la docencia. Las instituciones que fácilmente se identifican en este *cluster* son la Universidad de Alicante, la Autónoma de Barcelona, la de Cádiz, la de Castilla La-Mancha, la Complutense de Madrid, la de Extremadura, la de Girona, la de las Islas Baleares, la Jaime I de Castellón, la de la Laguna, la de León, la Miguel Hernández de Elche, la de Murcia, la de Oviedo, la Pablo de Olavide, la Rovira i Virgili, la de Santiago de Compostela y la de València-Estudi General. También se detectan, en este grupo, algunas instituciones que podrían pertenecer a otro *cluster* dado su valor $< 0,5$ en la función de pertenencia. Éstas son la Universidad de Burgos y la Autónoma de Madrid. Ambos casos son clasificados de forma alternativa en el *Cluster 3*. Así, podríamos decir que estas dos universidades desarrollan de forma similar la misión de investigación y de transferencia de conocimiento.

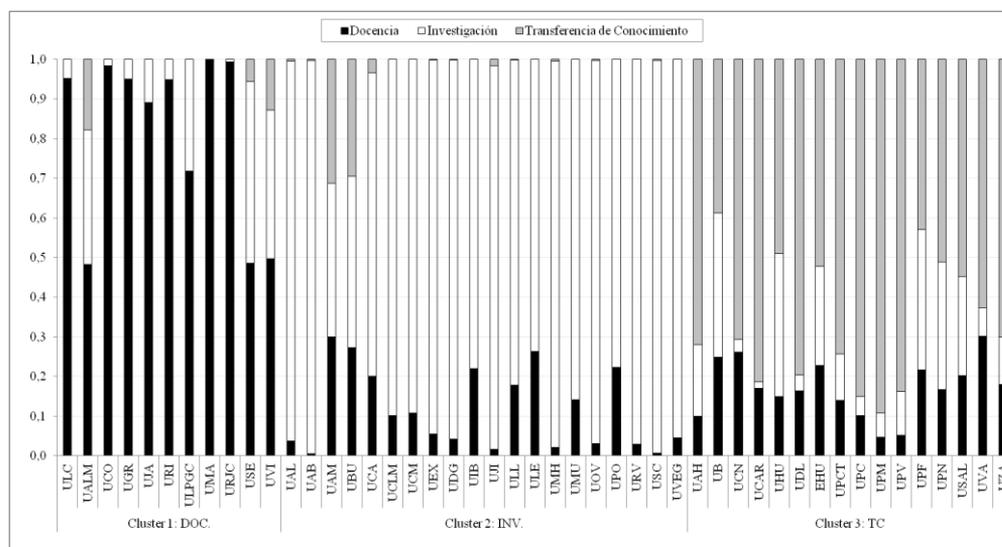
Finalmente, el *Cluster 3* se caracteriza por obtener puntuaciones altas en la función de pertenencia relativa al indicador Pat/PDI, puntuaciones medias en la función de pertenencia relativa al indicador ISI/PDI y puntuaciones inferiores en la función de pertenencia relativa al indicador Est/PDI. Las universidades identificadas en este *cluster* se orientan a la transferencia de conocimiento, en segundo lugar a la investigación y, en último lugar, a la docencia. Estas universidades son la Universidad de Alcalá, la de Cantabria, la Carlos III de Madrid, la de Lleida, la del País Vasco, las Politécnicas de Cartagena, Cataluña, Madrid y Valencia, la Pública de Navarra, la de Salamanca, la de Valladolid y la de Zaragoza. Asimismo, aparecen tres universidades que podrían pertenecer también al *Cluster 2*. Se trata de la Universidad de Huelva, la Pompeu Fabra y la de Barcelona, que tienen puntuaciones $< 0,5$ en la función de pertenencia en el *Cluster 3*.

En base a los resultados obtenidos, podemos decir que las universidades orientadas a la docencia (*Cluster 1*) estarían agrupadas de forma alternativa con aquellas dedicadas a la investigación (*Cluster 2*) ya que después de obtener las mayores puntuaciones en la función de pertenencia relativa a la docencia, obtienen valores superiores en la función de pertenencia relativa a la investigación y, en último lugar, a la transferencia de conocimiento. El grupo de universidades investigadoras (*Cluster 2*)

estarían, en segundo lugar, clasificadas en el grupo relativo a la transferencia de conocimiento (*Cluster 3*), ya que es aquí donde obtienen las puntuaciones más altas después de la investigación. En el caso del grupo de universidades más orientadas a la transferencia de conocimiento (*Cluster 3*) se obtienen, en segundo lugar, puntuaciones más altas en la función de pertenencia relacionada con la investigación (*Cluster 2*). Estos resultados confirman la hipótesis por lo que podemos decir que las universidades del SUPE se han especializado en base a diferentes grados de desarrollo de las misiones, pudiendo identificarse diversos conjuntos de instituciones en función de la dedicación a cada una de ellas.

Finalmente, en la Figura 2 se representa la puntuación obtenida para cada universidad en la función de pertenencia a cada uno de los *cluster* identificados. Se observa que las universidades pertenecientes al *Cluster 1* obtienen valores superiores en la función de pertenencia de la docencia, en segundo lugar destacan en investigación, mientras la transferencia de conocimiento es comparativamente inferior. Las universidades clasificadas en el *Cluster 2* obtienen valores más altos en la función de pertenencia a la investigación, mientras que en segundo lugar algunas universidades puntúan más alto en transferencia de conocimiento y otras en docencia. Finalmente, las universidades del *Cluster 3* destacan por sus altos valores en transferencia de conocimiento, en segundo lugar en investigación y con valores inferiores en la función de pertenencia a la docencia, salvo alguna excepción como la Universidad de Cantabria, la Universidad Carlos III de Madrid y la Universidad de Zaragoza.

Figura 2. Función de pertenencia de las universidades del SUPE a cada *cluster* (docencia, investigación y transferencia de conocimiento).



Fuente: Elaboración propia.

A tenor de estos resultados, podríamos afirmar que la misión de docencia e investigación se complementan, ya que las universidades que obtienen puntuaciones $\geq 0,5$ en docencia, obtienen puntuaciones, como segundo valor más alto, en el grupo de investigación, y viceversa. En cuanto a la docencia y la transferencia de conocimiento, podemos inferir que se trata de misiones sustitutivas, ya que las universidades que

obtienen puntuaciones $\geq 0,5$ en la función de pertenencia a la transferencia de conocimiento, obtienen, como norma general, las puntuaciones más bajas en la función de pertenencia al grupo de universidades docentes, y viceversa. Asimismo, la transferencia de conocimiento y la investigación son misiones complementarias, dado que las universidades que obtienen puntuaciones $\geq 0,5$ en la función de pertenencia a la transferencia de conocimiento, obtienen, a continuación, valores más altos en la función de pertenencia a la investigación. En definitiva, parece evidente que el análisis *fuzzy cluster* ha flexibilizado la clasificación rígida obtenida mediante el análisis de *cluster* convencional, mostrando las distintas dimensiones del SUPE, y ofrece resultados que pueden asemejarse más a la práctica cotidiana de las universidades ya que, asimismo, muestra la posible relación existente entre las diferentes misiones que desarrollan.

5. Conclusiones

En el presente trabajo, se ha adoptado el enfoque multivariante como base para construir una clasificación de las universidades que componen el SUPE con datos relativos al año 2006, incluyendo como variables de análisis indicadores utilizados en los procesos de evaluación y acreditación del SUPE, legitimados por un grupo de expertos, concretamente Est/PDI, ISI/PDI y Pat/PDI. Cada una de estas variables hace referencia a una de las principales misiones que desarrolla la institución universitaria: la docencia, la investigación y la transferencia de conocimiento, respectivamente.

En primer lugar, se ha aplicado un análisis de *cluster* particionado utilizando el método *K-medias*, obligando al método a clasificar las universidades del SUPE en tres grupos. El resultado obtenido en este análisis ha sido utilizado, posteriormente, como *input* en la aplicación del método *fuzzy cluster* que, además de ser robusto, clasifica de forma difusa y sin rigideces al conjunto de universidades, permitiendo flexibilizar la agrupación obtenida anteriormente e informando de interesantes matices al otorgar a los casos grados de pertenencia a los distintos grupos.

Aunque el *fuzzy cluster* no establece grupos rígidos, seleccionando los valores más altos de las funciones de pertenencia (puntuaciones $\geq 0,5$), se ha asignado cada universidad a uno de los tres *cluster* identificados en el análisis particionado *K-medias* previo. El primero de los grupos puede denominarse como el de universidades docentes (con mayores puntuaciones en términos relativos medios en Est/PDI y menores en ISI/PDI y Pat/PDI). El segundo está formado por las universidades más orientadas a la investigación (con mayores puntuaciones en términos relativos medios en ISI/PDI y menores en Est/PDI y Pat/PDI). Finalmente, el tercero se identifica por su orientación a la transferencia de conocimiento (con mayores puntuaciones en términos relativos medios en Pat/PDI y menores en ISI/PDI y Est/PDI).

Las universidades que han obtenido puntuaciones $< 0,5$ en las funciones de pertenencia de algunos de los *cluster*, han sido reclasificadas en un *cluster* alternativo que se corresponde a aquel donde las puntuaciones en las funciones de pertenencia han sido las segundas más altas. Como grupo alternativo al de docencia (*Cluster 1*) aparece el grupo de investigación (*Cluster 2*); el grupo alternativo al de investigación (*Cluster 2*) es el de transferencia de conocimiento (*Cluster 3*); y como alternativo al de transferencia de conocimiento (*Cluster 3*), aparece el de investigación (*Cluster 2*). En base a estos resultados, podríamos afirmar que las misiones de “docencia e investigación” y de “investigación y transferencia de conocimiento” son complementarias, mientras que las de “docencia y transferencia de conocimiento” son misiones sustitutivas.

Estos resultados deben ser interpretados con cautela, ya que la selección de las variables tiene sus propias limitaciones y podría estar interfiriendo en la asignación de las instituciones a los distintos grupos. Una de las limitaciones más importantes puede ser, quizás, la relativa a las diferencias entre las disciplinas y es que no todas las áreas de conocimiento se comportan de la misma forma, por ejemplo, en el momento de publicar y/o patentar los resultados de la investigación.

A pesar de las limitaciones, lo que nos permite constatar estos resultados es que el SUPE es un sistema flexible, que despliega las principales misiones universitarias con distintos grados de desarrollo. El estudio pone de manifiesto, por tanto, la variabilidad de expectativas que permite a la universidad disponer de distintos caminos para desarrollar sus misiones en base a objetivos estratégicos. Desde un punto de vista metodológico, estos resultados, aparte de ampliar la comprensión del SUPE, nos informan de la necesidad de ser cautelosos en los procesos de evaluación de las universidades, dado que cada grupo de instituciones identificado orienta su estrategia principalmente a una misión. Los políticos y gestores de la educación superior deben tener en cuenta esta situación para planificar y tomar decisiones que afecten directamente a las instituciones. En tal sentido, consideramos que sería conveniente desarrollar actividades de evaluación específicas para cada una de las misiones, de forma que los resultados puedan ser contextualizados en el marco de la estrategia de cada universidad, o bien realizar evaluaciones que tengan en consideración, de forma global, las distintas misiones de la universidad para que, en base a unos indicadores consensuados, permitan otorgar pesos a cada indicador en función de la orientación estratégica de la institución a cada misión.

Referencias Bibliográficas

- ANECA (2007). *Manual de procedimiento para la evaluación de las solicitudes de implantación de títulos oficiales de grado y máster*. Retrieved from <http://www.aneca.es/> [5.3.11]
- Ball, G. H. y Hall, D. J. (1967). A clustering technique for summarizing multivariate data. *Behavioral Science*, 12(2), 153-155.
- Bezdek, J. C. (1981). *Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms*. Nueva York: Plenum Press.
- Bricall, J. M. (2000). *Universidad 2mil*. Madrid: CRUE.
- Buesa, M.; Heijs, J. y Kahwash, O. (2009). *La calidad de las universidades en España. Elaboración de un índice multidimensional*. Madrid: CES.
- Buela-Casal, G.; Bermúdez-Sánchez, M. P.; Sierra, J. C.; Quevedo-Blasco, R. y Castro, Á. (2009). Ranking de 2008 en productividad en investigación de las universidades públicas españolas. *Psicothema*, 21(2), 304-312.
- Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching (2008). *Basic classification description*. Descargado el 12-07-2010 en: <http://classifications.carnegiefoundation.org/>
- Cerezo, Y.; Valbuena, C.; Asensio, E. y Carmona, N. (2008). *La calidad de la educación superior. Indicadores y costes. Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en España*. Madrid: Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales "Francisco de Vitoria".
- Cramer, K. M. y Page, S. (2007). Cluster analysis and rankings of Canadian universities: misadventures with Rank-based data and implications for the welfare of students. *Applied Multivariate Research*, 12(3), 183-198.
- de Pablos Escobar, L. y Santín González, D. (2001). La financiación de la universidad: posibles variables explicativas. En: J. Gómez García (coord.). *X Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación*. Murcia: Universidad de Murcia, pp. 11-24.
- Dunn, J. C. (1973). A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact well-separated clusters. *Journal of Cybernetics*, 3, 32-57.
- Everitt, B. (1980). *Cluster Analysis*. Nueva York: Halsted Press.

- Fernández-Alfaro, S. y Fernández-López, S. (2006). Categorización de los sistemas de educación superior latinoamericanos: ¿importa el esfuerzo financiero? *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*, 6(1), 47-66.
- Fernández-López, S.; Fernández-Alfaro, S. y Vaquero-García, A. (2007). Proyección internacional de los sistemas de educación superior de América Latina y El Caribe. *Revista Iberoamericana de educación*, 45, 159-175.
- Fernández-López, S.; Rodeiro Pazos, D. y Ruza Sanmartín, E. (2003). Capacidad competitiva de la oferta de las universidades gallegas. En: R. Zorrilla Torras y M. J. San Segundo Gómez de Cadiñanos (coord.). *Economía de la Educación, AEDE XXII*. Madrid: Universidad Carlos III, pp. 73-86.
- García-Aracil, A. y Palomares-Montero, D. (2010). Examining Benchmark Indicator Systems for the Evaluation of Higher Education Institutions. *Higher Education*, 60(2), 217-234.
- Gómez Sancho, J. M. (2005). *La evaluación de la eficiencia productiva de las universidades públicas españolas*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Gómez Sancho, J. M. (2003). El problema de la homogeneidad en las Universidades Públicas Españolas. En: R. Zorrilla Torras y M. J. San Segundo Gómez de Cadiñanos (coord.). *Economía de la Educación, AEDE XXII*. Madrid: Universidad Carlos III, pp. 112-127
- Kaufman, L. y Rousseeuw, P. J. (1990). *Finding Groups in Data*. Nueva York: Wiley.
- Luan, J. (2001). Data Mining Applications in Higher Education. En: A. Serban y J. Luan (eds.). *New Directions for Institutional Research*. San Francisco: Josse-Bass.
- MacGregor, K. (2010). *South Africa: New university clusters emerge*. University World News. Descargado el 21-07-2010 en <http://www.universityworldnews.com/article.php?story=20100523104119724>
- Martínez Cabrera, M. (2003). *La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Osoro, J. M. y Salvador, L. (1993). Criterios e indicadores de calidad en evaluación institucional: precisiones conceptuales y selección de indicadores en el ámbito universitario. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16, 45-57.
- Palomares-Montero, D. y García-Aracil, A. (2011). What are the Key Indicators for Evaluating the Activities of Universities? *Research Evaluation*, 20(5), 353-363.
- Pérez Esparrells, C. (2004). La educación universitaria en España: el vínculo entre financiación y calidad. *Revista de Educación*, 335, 305-316.
- Pulido, A. y Pérez, J. (2003). *Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad docente e investigadora: planteamiento y experimentación*. Madrid: Instituto L. R. Klein-Centro Stone.
- Royero, J. (2002). Contexto mundial sobre la evaluación en las instituciones de educación superior. *OEI Revista Iberoamericana de Educación*, 10/9, 1-14.
- Rousseeuw, P. J.; Kaufman, L. y Trauwaert, E. (1996). Fuzzy clustering using scatter matrices. *Computational Statistics & Data Analysis*, 23(1), 135-151.
- Santos Guerra, M. A. (1999). Sentido y finalidad de la evaluación de la universidad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 34, 39-59.
- Shin, J. C. (2009). Classifying higher education institutions in Korea: a performance-based approach. *Higher Education*, 57(2), 247-266.
- Stella, A. y Woodhouse, D. (2006). *Australian Universities Quality Agency. Ranking of Higher Education Institutions*. Melbourne: AUQA
- Volkwein, J. F. y Sweitzer, K. V. (2006). Institutional prestige and reputation among research universities and liberal arts colleges. *Research in Higher Education*, 47(2), 129-148.
- Weerts, D. J. y Ronca, J. M. (2006). Examining differences in state support for higher education: A comparative study of state appropriations for research universities. *The Journal of Higher Education*, 77(6), 935-967.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-352.
- Journal published by the EAAEDS: <http://www.usc.es/economet/ea.htm>