

Documento de Trabajo 2010-01
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Zaragoza

UNA NUEVA APROXIMACIÓN A LA MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN REVISTAS JCR Y SU APLICACIÓN A LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS ESPAÑOLAS*

José María Gómez-Sancho
Universidad de Zaragoza
María Jesús Mancebón-Torrubia
Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Para evaluar la producción científica se han empleado con profusión los factores de impacto contenidos en las revistas incluidas en los *Journal Citation Report* (JCR). Ello no ha sido óbice para que al mismo tiempo hayan surgido numerosas advertencias sobre los peligros de su uso indiscriminado en las comparaciones. Ello se debe a que los sesgos incorporados en elaboración de estos factores de impacto (diferencias en la propensión a citar, en el periodo de materialización del impacto y en distinta representatividad de las áreas de conocimiento en las revistas contenidas en los JCR) generan importantes distorsiones que pueden inhabilitar los resultados obtenidos. El trabajo que se presenta a continuación propone un nuevo enfoque de la medición de la actividad científica que trata de paliar los sesgos antes comentados. Dicho enfoque consiste en combinar el empleo de un nuevo factor de impacto calculado para cada revista con la agrupación de las instituciones objeto de evaluación en grupos homogéneos. El trabajo realiza una aplicación empírica que evalúa la producción científica de las Universidades Públicas Españolas (UPE) en el año 2000.

PALABRAS CLAVE: Factor de impacto, evaluación producción científica, universidades.
JEL: I20, I23

José María Gómez Sancho, Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza, Gran Vía 2, 50005 Zaragoza, Spain; e-mail: jmgomez@unizar.es; Tfno: 34 976762788, Fax: 34 976761840.

María Jesús Mancebón Torrubia, Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza, Gran Vía 2, 50005 Zaragoza, Spain; e-mail: mjmance@unizar.es; Tfno: 34 976761807, Fax: 34 976761840.

* Los autores queremos agradecer los valiosos comentarios realizados por los evaluadores anónimos a las versiones previas al trabajo que aquí se presenta.

UNA NUEVA APROXIMACIÓN A LA MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN REVISTAS JCR Y SU APLICACIÓN A LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS ESPAÑOLAS.

ABSTRACT

Para evaluar la producción científica se han empleado con profusión los factores de impacto contenidos en las revistas incluidas en los *Journal Citation Report* (JCR). Ello no ha sido óbice para que al mismo tiempo hayan surgido numerosas advertencias sobre los peligros de su uso indiscriminado en las comparaciones. Ello se debe a que los sesgos incorporados en elaboración de estos factores de impacto generan importantes distorsiones que pueden inhabilitar los resultados obtenidos. Entre estos sesgos destacan los provocados por las diferencias en la propensión a citar de las distintas áreas, revistas y/o autores, por el distinto periodo de materialización del impacto y por la distinta presencia de las áreas de conocimiento en la muestra de revistas contenidas en los JCR. El enfoque tradicional ha tratado de normalizar por “subject categories”, pero estudios recientes critican este planteamiento y ofrecen nuevas posibilidades para realizar comparaciones entre distintas áreas. En este contexto, el trabajo que se presenta a continuación propone un nuevo enfoque de la medición de la actividad científica que trata de paliar los sesgos antes comentados. Dicho enfoque consiste en combinar el empleo de un nuevo factor de impacto calculado para cada revista con la agrupación de las instituciones objeto de evaluación en grupos homogéneos. El trabajo realiza una aplicación empírica que evalúa la producción científica de las Universidades Públicas Españolas (UPE) en el año 2000. En ella se consideran tanto los artículos publicados en las bases de datos multidisciplinares de la *Web of Science* (WoS), como los datos relativos a las revistas contenidos en los *Journal Citation Report* (JCR) de Ciencias y de Ciencias Sociales.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los análisis bibliométricos de producción científica ha constituido el objeto específico de los trabajos orientados a establecer rankings sobre diversas instituciones de educación superior (universidades, escuelas o facultades, departamentos o autores) e institutos de investigación. Este tipo de estudios presenta interés para el alumnado, el profesorado, la propia institución o los gobernantes. Su utilidad principal tiene que ver con la reducción de los costes de obtención de información para estos colectivos y con su utilización como *proxy* de la calidad de estas instituciones.

La evaluación de la producción investigadora de las universidades requiere hacer frente a una serie de cuestiones de gran calado para que los resultados obtenidos tengan una consistencia suficiente. Entre ellas destacan la elección del formato en el que se vierten los

resultados de la actividad investigadora (artículos, libros, patentes, etc.) y la selección del indicador a emplear (número de publicaciones, factores de impacto, etc.). Adicionalmente debe prestarse atención a la adecuación de éstos a las instituciones objeto de análisis (universidades, departamentos, facultades, institutos de investigación, etc.), ya que los resultados obtenidos dependen en buena parte de los sesgos que muchos de estos indicadores incorporan. Respecto a la primera cuestión, ha sido habitual el empleo de los artículos publicados en revistas internacionales, dejando de lado otros formatos (libros, patentes, estudios, informes, comunicaciones, etc.), que en algunas áreas, como Humanidades y Ciencias Sociales, pueden ser especialmente relevantes (BONACCORSI, et al, 2007). La segunda cuestión ha sido resuelta empleando indicadores objetivos cuantitativos (número de artículos) y/o cualitativos (*journal impact factor*). El problema de fondo que plantea la utilización del factor de impacto de ISI (de aquí en adelante IFISI) tiene su origen en que éste no fue creado para evaluar la investigación (ARCHAMBAULT Y LARIVIÈRE, 2009).

Sin embargo, el IFISI ha sido empleado tradicionalmente como punto de partida, aunque, como han señalado diversos autores, sus valores están sesgados ya sea por ser directamente proporcionales al número de referencias por artículo (KOSTOFF, 2002; SEGLEN, 1997; WALLIN 2005; ZITT Y SMALL, 2008) ya sea por el periodo de tiempo necesario para que se materialice el impacto (ROUSSEAU, 2005; SEGLEN, 1997; SOMBATSOMPOP *et al.*, 2004; WALLIN 2005; ZITT Y SMALL; 2008) o por la distinta representación de las áreas de conocimiento en la muestra de revistas escogidas por ISI (GARFIELD, 1996; SEGLEN, 1997; WALLIN 2005). Todo ello implica que las comparaciones entre revistas, áreas, universidades o autores llevadas a cabo a través de los IFISI estarán sesgadas, a no ser que se realice un proceso de normalización o estandarización que traten de evitar dichos sesgos.

En los estudios que han tratado de evaluar la investigación de las universidades, los procesos más ampliamente utilizados para normalizar o estandarizar el IFISI presentan dos características (SCHUBERT Y BRAUN, 1996). En primer lugar, siempre han partido de las clasificaciones tradicionales de revistas proporcionadas por el propio ISI o de las clasificaciones elaboradas por los propios autores basadas en las anteriores (BRAUN, 1999; MOED, 2006; MOED, DE BRUIN, VAN LEEUWEN, 1995; MOYA-ANEGON, et al., 2007). Esta aproximación ha sido fuertemente criticada por RINIA *et al.* (2001), SCHUBERT & BRAUN (1996) y ZITT *et al.* (2005), quienes encuentran arbitrariedades en tal categorización de las revistas en distintas subáreas y, especialmente, en su aplicación a revistas multidisciplinares donde se observan comportamientos muy diferenciados entre revistas o autores, particularmente en las áreas más extensas (LEYDESDORFF, 2008). En segundo lugar, las normalizaciones se han realizado sobre el IFISI original, de ahí que ZITT Y SMALL (2008) las denominen normalizaciones *ex-post facto*.

De nuevo, este enfoque es muy cuestionable, ya que implica considerar los resultados sesgados de los IFISI como válidos.

Estas limitaciones explican que recientemente hayan aparecido trabajos que proponen la corrección de los sesgos debe ser realizada en la fase de construcción del factor de impacto (normalización *ex-ante*). Esta es la opción apoyada por autores como SEGLEN (1997) o WALLIN (2005) que apuestan por construir un factor de impacto *ex-novo* a partir de las citas y de los artículos. Así, SOMBATSOMPOP *et al.* (2004) y ROUSSEAU (2005) crean un indicador que trata de normalizar las diferencias en el periodo de tiempo necesario para materializar el impacto y ZITT Y SMALL (2008) proponen una metodología que normaliza las diferencias en la propensión a citar. En la misma línea, GÓMEZ-SANCHO Y MANCEBÓN-TORRUBIA (2009) proponen un indicador que corrige conjuntamente tanto las diferencias en la propensión a citar como las diferencias en el periodo de materialización del impacto (IFCPCMP).

Con respecto al sesgo provocado por la distinta representación del área de conocimiento en las revistas incluidas por ISI en sus JCR, actualmente desconocemos la existencia de algún indicador que corrija dicho sesgo lo que es debido a la complejidad que conllevaría su construcción¹. En este trabajo se propone como estrategia para abordar este problema agrupar a los individuos objeto de evaluación, en nuestro caso universidades, en grupos homogéneos en función de su especialización en las distintas áreas de conocimiento.

En resumen, el objetivo de este trabajo es evaluar la producción científica de las Universidades Públicas Españolas (en adelante, UPE) a través de una metodología que se inspira en el IFISI. La metodología propuesta consiste en emplear un nuevo factor de impacto que disminuya los sesgos del IFISI y aplicarlo a submuestras de universidades agrupadas en función de su especialización en las distintas áreas de conocimiento. Para ello es necesario, en primer lugar, obtener los artículos publicados en las bases de datos multidisciplinares Science Citation Index Expanded (SCI) y Social Science Citation Index (SSCI) contenidas en la Web of Science (WoS). En segundo lugar, es necesario emplear los datos relativos a las revistas contenidos en los Journal Citation Report de Ciencias y de Ciencias Sociales todos ellos proporcionados por el Institute of Scientific Information (ISI) a través de su Web of Knowledge (WoK).

El trabajo se estructura de la manera siguiente. En el epígrafe 2 se detalla la metodología empleada. En el epígrafe 3 se muestra cómo se han clasificado las Universidades Públicas Españolas en grupos homogéneos. En el epígrafe 4 se presentan los resultados

¹ Teóricamente la normalización requerida para homogeneizar la representatividad de las áreas en las revistas incluidas en los JCR debe ser llevada a cabo ponderando los millones de citas otorgadas/recibidas cada año por el siguiente factor: 1/citas totales a artículos publicados en revistas JCR.

obtenidos por cada UPE, así como los resultados desagregados en las grandes áreas de Ciencias y Ciencias Sociales. El trabajo finaliza con el habitual apartado de conclusiones.

2. METODOLOGÍA

Como se ha dicho anteriormente, los sesgos asociados al factor de impacto calculado por ISI descansan en tres motivos: a) la no consideración de las diferencias en la propensión a citar; b) la no consideración de las diferencias en el periodo de tiempo necesario para la materialización del impacto (representado por el indicador half-life); c) el peso relativo de las áreas de conocimiento en la muestra de revistas seleccionada por ISI.

Por propensión a citar, se entiende el número de citas incluidas en cada artículo. Sus efectos sobre el valor del factor de impacto tienen lugar desde el momento en que dos áreas de conocimiento, revistas o autores tienen, por los motivos que sean, comportamientos diferenciados en dicha variable. En efecto, *ceteris paribus*, el hecho de que un área cite el doble que otra le otorgará automáticamente el doble de impacto. Con respecto al periodo de tiempo en que se materializa el impacto (distribución temporal de las citas), éstos se producen porque el factor de impacto que calcula ISI para cada año, sólo toma en consideración los datos relativos a los dos años anteriores, lo que penaliza a las investigaciones que, por su naturaleza, requieren un periodo de asimilación más largo. Los sesgos asociados al distinto peso de las áreas de conocimiento en las revistas JCR son uno de los problemas más serios, ya que al tratarse de un indicador multidisciplinar y el hecho de que algunos campos no estén representados o estén subrepresentados afectará necesariamente a todo el sistema elaborado por ISI. Los resultados están sesgados a favor de las áreas que están mejor representadas o, si hablamos de subáreas, de aquéllas que estén más relacionadas con las mejor representadas. La existencia de estos tres sesgos invalida la aplicación directa del IFISI para evaluar la producción científica de las universidades.

La aproximación tradicional para abordar estos problemas ha consistido en la realización de distintas normalizaciones *ex-post-facto*. Diversos autores han destacado las limitaciones de este enfoque y han propuesto otras aproximaciones basadas en la construcción de indicadores *ex-novo* a partir de los datos originales de citas y artículos (ROUSSEAU, 2005; SOMBATSOMPOP *et al.*, 2004; ZITT Y SMALL, 2008).

El trabajo de GÓMEZ-SANCHO Y MANCEBÓN-TORRUBIA (2009) da un paso más en esta línea. En él se presenta una propuesta teórica para normalización conjunta de los tres sesgos a partir de la construcción de un nuevo indicador *ex-novo* a partir de los datos originales. Sin embargo, la enorme complejidad técnica que se requiere para corregir los millones de citas que se

conceden cada año imposibilitan actualmente su aplicación en procesos de evaluación. Debido a ello, estos autores optan por una solución intermedia al realizar unos ajustes sobre el IFISI que permiten obtener un factor de impacto que reduce los sesgos originados por los distintos patrones de citación de las áreas, revistas y/o autores. Este nuevo indicador se denomina IFPCMP y se construye de la siguiente manera:

$$\text{IFPCMP} = \text{IFISI (3)} * (\text{Citas medias muestra/Citas media revista}) * \text{Half- Life.}$$

donde el IFISI (3) es un factor de impacto a tres años, calculado igual que el IFISI, pero incluyendo el año evaluado; y el Half-Life (HL) es el periodo de tiempo que se ha necesitado para recibir el cincuenta por ciento de las citas. La utilización del IFISI (3) en lugar del IFISI original para la normalización se debe a que el Half-Life incluye el año evaluado (ver GÓMEZ-SANCHO Y MANCEBÓN-TORRUBIA, 2009).

El indicador obtenido mediante estas ponderaciones penaliza, por un lado, a aquellas revistas que citan por encima de la media de la muestra y favorece a aquéllas que citan por debajo de la media. Por otro lado, el IFPCMP permite favorecer a aquellas revistas con periodos más largos de materialización del impacto (mayor HL) y perjudica a aquéllas que tienen concentradas sus citas en los primeros años (menor HL), compensando el efecto contrario que producen los calculos de los IFISI. El indicador IFPCMP será el factor de impacto empleado para cuantificar la producción científica de las UPE.

El IFPCMP propuesto no corrige, sin embargo, el tercer sesgo del IFISI: el debido a la distinta importancia de las áreas de conocimiento en la muestra de revistas seleccionadas por ISI. Su aplicación directa al conjunto de las UPE favorecerá a las áreas mejor representadas en las bases de datos o a aquellas donde los artículos en revistas científicas es su primordial forma de difusión de resultados. Al objeto de reducir este sesgo, en este trabajo se propone circunscribir la evaluación de la producción científica a grupos homogéneos de universidades definidos en función de su especialización en las distintas áreas de conocimiento.

En resumen, nuestra propuesta para evaluar la producción científica de las universidades se concreta en dos acciones. Por un lado, se propone utilizar un nuevo indicador para ponderar las publicaciones (el IFPCMP). Por otro lado, se plantea realizar la evaluación sobre grupos homogéneos de universidades atendiendo a su especialización en las distintas áreas de conocimiento. En la siguiente sección se detalla el procedimiento seguido para clasificar a las Universidades Públicas Españolas.

3. CLASIFICACION DE LAS UNIVERSIDADES PUBLICAS ESPAÑOLAS EN GRUPOS HOMOGENEOS

El sistema universitario español estaba compuesto en el año 2000 por 68 universidades. De ellas 51 eran públicas (aunque dos eran no presenciales y otras dos no tenían docencia de carácter oficial) y 17 privadas o de la Iglesia. Las 47 universidades públicas presenciales absorbían el 93% del alumnado y tenían comportamientos muy similares, ya que en todas ellas se combinaba docencia (diplomatura, licenciatura y doctorado) e investigación. Otro hecho destacable es la coexistencia de universidades medievales con muchas de muy reciente creación (29 de ellas se crearon entre los años 1990 y 2000). Así, en el inicio de la década de los sesenta tan sólo existían 14 universidades contando la gran mayoría de ellas con siglos de historia. Fue a finales de la década de los sesenta cuando la fundación de universidades tomó un nuevo auge, de esa época provienen las universidades autónomas y politécnicas, pero fue con la llegada de la democracia a España y con el proceso descentralizador auspiciado por la creación de las Comunidades Autónomas cuando se disparó el número de universidades. En la actualidad España cuenta con 73 universidades, aunque este crecimiento se debe en estos últimos años de forma exclusiva a la fundación de universidades privadas o de la Iglesia.

Esta diversidad en el sistema universitario español explica la necesidad de tratar de clasificar a las Universidades Españolas en grupos homogéneos para cualquier análisis que trate de compararlas. Con ello se trata de posibilitar que los resultados sean comparables entre las instituciones, al verse éstos afectados significativamente por el distinto peso que las áreas de conocimiento tienen en la muestra de revistas contenidas en los JCR de ISI.

Destacado el carácter clave que tiene la homogeneidad de las unidades dentro de cualquier análisis de las universidades, una primera opción para alcanzar dicha homogeneización consiste en seleccionar la muestra aplicando criterios establecidos previamente en otros países como ocurre en los Estados Unidos con la clasificación de la *Carnegie Foundation*² o en Canadá con la división que utiliza la revista *Maclean*³. Ninguna de estas clasificaciones son aplicables a las UPE, ya que todas ellas están capacitadas para investigar y para impartir todos los ciclos docentes.

² Distingue entre universidades que ofrecen toda la educación superior incluyendo el doctorado (*Doctorate-granting Institutions o Doctoral/Research Universities*), de las que ofertan hasta el grado de master (*Master's Colleges and Universities*) o las que se centran fundamentalmente en el título de grado (*Baccalaureate Colleges*)

³ Distingue entre las *Primarily Undergraduate Universities*, que son aquellas que se dedican fundamentalmente a los no graduados, las *Comprehensive Universities*, que tienen un extenso catálogo de títulos para no graduados y graduados y perciben una cantidad importante de ingresos por su actividad investigadora y, por último, las *Medical-Doctoral Universities*, donde se oferta una amplia gama de programas de doctorado y de investigación y donde se incluyen las facultades de medicina.

Por tanto, si se desea que realizar una clasificación de las UPE el primer aspecto a resolver tiene que ver con el tipo de agrupación que se quiere realizar. En este sentido, se asume que una división necesaria es la que distingue entre universidades públicas y privadas, ya que éstas últimas se centran casi en exclusiva en la actividad docente. Por otro lado, es importante tener en cuenta que el patrón de difusión de la investigación es muy diferente entre las distintas áreas de conocimiento. Así, por ejemplo, frente a *Ciencias* donde la mayor parte de la investigación se vierte en artículos de revistas científicas de ámbito internacionales, en *Humanidades* gran parte del conocimiento se difunde en libros, en *Sociales* en revistas científicas nacionales o en la rama *Técnica* resultan especialmente relevantes las patentes⁴.

Por todo ello la segmentación que, a nuestro juicio, mejor responde a los objetivos planteados en este estudio, cuyo objetivo es evaluar la producción científica, es la que atiende a la rama o área de conocimiento. Es éste un concepto que es objeto de diversas agrupaciones tanto en España como en los países de nuestro entorno. En España se dispone de la clásica clasificación en cinco grandes macroáreas (experimental, ciencias, tecnología, social, humanidades) empleada por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y por la Conferencia de Rectores de las Universidades Públicas Españolas (CRUE). A ella se une la clasificación en once áreas que emplea la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) para evaluar los sexenios de investigación⁵. Internacionalmente es más conocida la que separa en tres macroáreas el conocimiento: *Science*, *Social Science* y *Arts & Humanities*. A su vez todas estas grandes macroáreas pueden ser clasificadas en subgrupos cada vez más pequeños denominados también áreas de conocimiento. Además, si se considera todo lo relacionado con la oferta de estudios propios, o con la obtención de financiación para la investigación o la transferencia de la misma, puede esperarse que existan diferencias entre universidades tan sólo por el hecho de que su oferta de titulaciones esté más o menos sesgada hacia una de las ramas de conocimiento. Lo relevante es poner de manifiesto que tanto para la actividad docente (asignaturas y titulaciones) como para la actividad investigadora (departamentos y evaluación de la investigación) el criterio de área de conocimiento constituye siempre una referencia fundamental.

⁴ Las revistas científicas reúnen el 85% de todo lo que se publica en las áreas científico-técnicas. En Humanísticas y Sociales tan sólo suponen el 40% (los libros suponen el 48% de las publicaciones en Humanidades). Por otro lado, las revistas nacionales son el vehículo natural de las aportaciones en ciencias sociales en España (Gobierno de Aragón, 2004). Estos datos son relevantes para el año evaluado aunque es a partir de ese año cuando se constata una “apertura” de la investigación en Ciencias Sociales hacia las publicaciones JCR. Un claro ejemplo es el campo de la Economía y Empresa. Probablemente los resultados ahora serían distintos debido tanto al mayor número de trabajos publicados en revistas JCR como a que algunas revistas españolas se han incluido en esa base de datos.

⁵ Dichas áreas son: Matemáticas y Física; Química; Biología Celular y Molecular; Ciencias Biomédicas; Ciencias de la Naturaleza; Ingenierías y Arquitectura; Ciencias Sociales, Políticas y del Comportamiento; Ciencias Económicas y Empresariales; Derecho; Historia y Arte; Filosofía; Filología y Lingüística.

Delimitado el criterio de segmentación queda por concretar la variable que permita diferenciar mejor las áreas de conocimiento entre distintas Universidades. A este respecto se consideran tres opciones: el número de alumnos en cada área, el número de profesores en cada área y el número de titulaciones por área.

El empleo de la variable número de alumnos en cada área exige disponer de datos homogeneizados (como el número de alumnos equivalentes a tiempo completo) agrupados por rama de conocimiento, información no accesible en las estadísticas disponibles en España. Por otro lado, esta variable resulta adecuada en la evaluación de la actividad docente pero su relación con la función investigadora es prácticamente inexistente (exceptuando a los alumnos de doctorado).

Una segunda opción es el empleo del número de profesores equivalentes a tiempo completo agrupados por rama de conocimiento. A nuestro juicio, ésta constituye una medida muy adecuada para diferenciar a las Universidades pues permite tomar en consideración las diferencias de tamaño entre las áreas de conocimiento, a la vez que graduar la importancia de las áreas dentro de cada titulación. Su uso ha sido descartado también por razones de no disponibilidad de datos.

La tercera opción consiste en acudir a la oferta de titulaciones agrupadas por ramas de conocimiento. En este caso se trata de agrupar a las universidades que tienen una oferta de titulaciones muy parecida entre sí. Esta variable está disponible y además su relación con las dos anteriores es evidente, ya que la oferta de una titulación implica que existe profesorado adscrito a la misma y estudiantes que la cursan. Será por tanto la variable empleada en el análisis empírico para agrupar a las UPE. Adoptar esta perspectiva implica que se entiende que dos universidades son homogéneas si su oferta de titulaciones es similar.

En todo caso, debe señalarse que el empleo de esta variable no está exento de limitaciones. La primera es que considera como iguales, desde el punto de vista de la actividad que desempeñan, a todas las titulaciones englobadas dentro de una misma área de conocimiento (Derecho y Economía, por ejemplo). Otra debilidad radica en no tener en cuenta las diferencias de tamaño entre las titulaciones. Aún así, y como se verá en los resultados, su empleo proporciona una agrupación que nos parece satisfactoria, lo que puede ser debido a un comportamiento similar en las UPE a la hora de estructurar su oferta de titulaciones. La distribución de la oferta de titulaciones de las UPE agrupadas por áreas de conocimiento se presenta en la Tabla 1.

Delimitado el criterio y la variable de agrupación, la similitud en la oferta de titulaciones, explicamos a continuación los resultados obtenidos de la aplicación del análisis cluster a la muestra de universidades consideradas.

Como es sabido es ésta una técnica de agrupación de objetos, en nuestro caso universidades, que se fundamenta en la maximización de la homogeneidad dentro de los grupos a la vez que se mantiene una heterogeneidad máxima entre los grupos conformados. La similitud entre objetos es una medida de correspondencia, o parecido, entre objetos que van a ser agrupados. Puede medirse de varias formas pero tres métodos dominan las aplicaciones del análisis clúster: medidas de correlación, medidas de distancia y medidas de asociación. Para las dos primeras se exigen datos métricos, mientras que las medidas de asociación se aplican a datos no métricos, es por ello que no las vamos a tener en cuenta..

Las más utilizadas en los análisis clúster son las medidas de distancia ya que son las más adecuadas cuando el interés de la agrupación se centra en las magnitudes de los objetos, mientras las medidas de correlación se centran en los patrones de los valores.

A la hora de desarrollar una aplicación del análisis clúster el investigador juega un papel fundamental a la hora de tomar diversas decisiones, de ahí que muchas veces se comente que tiene mucho más de arte que de ciencia. Se trata de una metodología objetiva de cuantificación de las características estructurales de un conjunto de observaciones. Como tal, tiene fuertes propiedades matemáticas pero no fundamentos estadísticos.

En primer lugar, se tiene que decidir sobre qué tipo de medida emplear, de distancia o de correlación, para medir esa similitud. Ente las medidas de distancia, se distinguen entre aquellas basadas en la distancia euclídea y las que entrarían en el enfoque de la distancia absoluta. Para estas últimas hay que tener en cuenta que si las variables están correlacionadas los conglomerados no son válidos. Hemos comprobado que en nuestro caso sí existe correlación con lo que rechazamos el optar por este tipo de medidas. Una segunda decisión a tomar por el investigador es la selección del algoritmo de aglomeración a utilizar en la formación de los conglomerados. Existen multitud de posibilidades pero el criterio esencial es maximizar las diferencias entre conglomerados relativa a la variación dentro de los conglomerados. Se clasifican en jerárquicos y no jerárquicos. Para los no jerárquicos se parte de especificar el número de conglomerados a formar y entonces se asignan los objetos, en nuestro caso desconocemos que número de conglomerados sería el apropiado. Optamos, por tanto, por el procedimiento de obtención de conglomerados jerárquicos. De nuevo nos encontramos con diversas posibilidades. En primer lugar, tenemos el denominado encadenamiento simple basado en el vecino más próximo, se van juntando los objetos separados por la distancia más corta, podemos encontrar problemas si existen largas cadenas ya que los individuos que se encuentran

en los límites opuestos de una cadena pueden ser muy diferentes. Otra posibilidad sería el denominado el encadenamiento completo en el que el criterio de aglomeración se basa en la distancia máxima. Ambos métodos dependen de los valores extremos. Frente a ellos podemos adoptar criterios de aglomeración que se basen en la distancia media, el enfoque del encadenamiento medio tiende a combinar conglomerados con variaciones reducidas dentro de los conglomerados, hay que tener en cuenta que tiende a estar sesgado hacia la producción de conglomerados con aproximadamente la misma varianza. Un penúltimo tipo de encadenamiento es el método de Ward, se recomienda haber utilizado la distancia euclídea al cuadrado anteriormente, en este caso la distancia entre dos conglomerados es la suma de los cuadrados entre dos conglomerados sumados para todas las variables, el problema es que está sesgado hacia la producción de conglomerados con aproximadamente el mismo número de observaciones. Por último, el método del centroide agrupa los valores medios de las observaciones y varía cada vez que se añade un nuevo individuo, es el más popular entre los biólogos, aunque a veces pueden dar lugar a ordenaciones confusas pero se ve menos afectados por los atípicos que los métodos anteriores.

La siguiente decisión a tomar por el investigador es decidir cuantos conglomerados deben escogerse. Para ello se suele acudir a la matriz de distancias para ver en que momentos hay variaciones significativas en la formación de los conglomerados (Hair *et al.*, 2010) . Como veremos en nuestro caso, la matriz de correlaciones nos ayudará a este propósito.

Debido a que lo que realmente estamos buscando es un patrón en la oferta de titulaciones por parte de nuestras universidades, se ha procedido en primer lugar a calcular la matriz de correlaciones entre las titulaciones ofertadas por cada universidad. Para ello se ha invertido la matriz de las variables. Ahora las filas son las titulaciones y las columnas son las universidades, por tanto la correlación entre las columnas es la correlación (o similitud) entre los perfiles de las universidades. Ya podemos especificar que entendemos por parecidas, establecemos que son parecidas si tienen una correlación superior a 0,5. Los resultados muestran que el mapa universitario español está integrado por universidades parecidas entre sí en la oferta de titulaciones (correlaciones superiores a 0,5) y por universidades muy diversas (correlaciones negativas e inferiores a 0,5). Para poder comprender la información que proporciona esa matriz aplicamos un análisis clúster con medidas de distancia. En este caso no tendremos problemas en la formación de conglomerados con las magnitudes; puesto que los valores están estandarizados, al variar entre menos uno y uno. Aplicado el clúster y tomando la distancia euclídea al cuadrado y con agrupación entre grupos obtenemos el dendrograma⁶ que

⁶ Un dendrograma es un tipo de representación gráfica o diagrama de datos en forma de árbol que organiza los datos en subcategorías que se van dividiendo en otros hasta llegar al nivel de detalle deseado. Este tipo de representación

aparece en el gráfico 1. Los resultados en este caso son claros e interpretables y tomando como criterio de grupo homogéneo aquél que tiene una correlación mínima superior a 0,5 entre las universidades, se distinguen claramente 3 grupos.

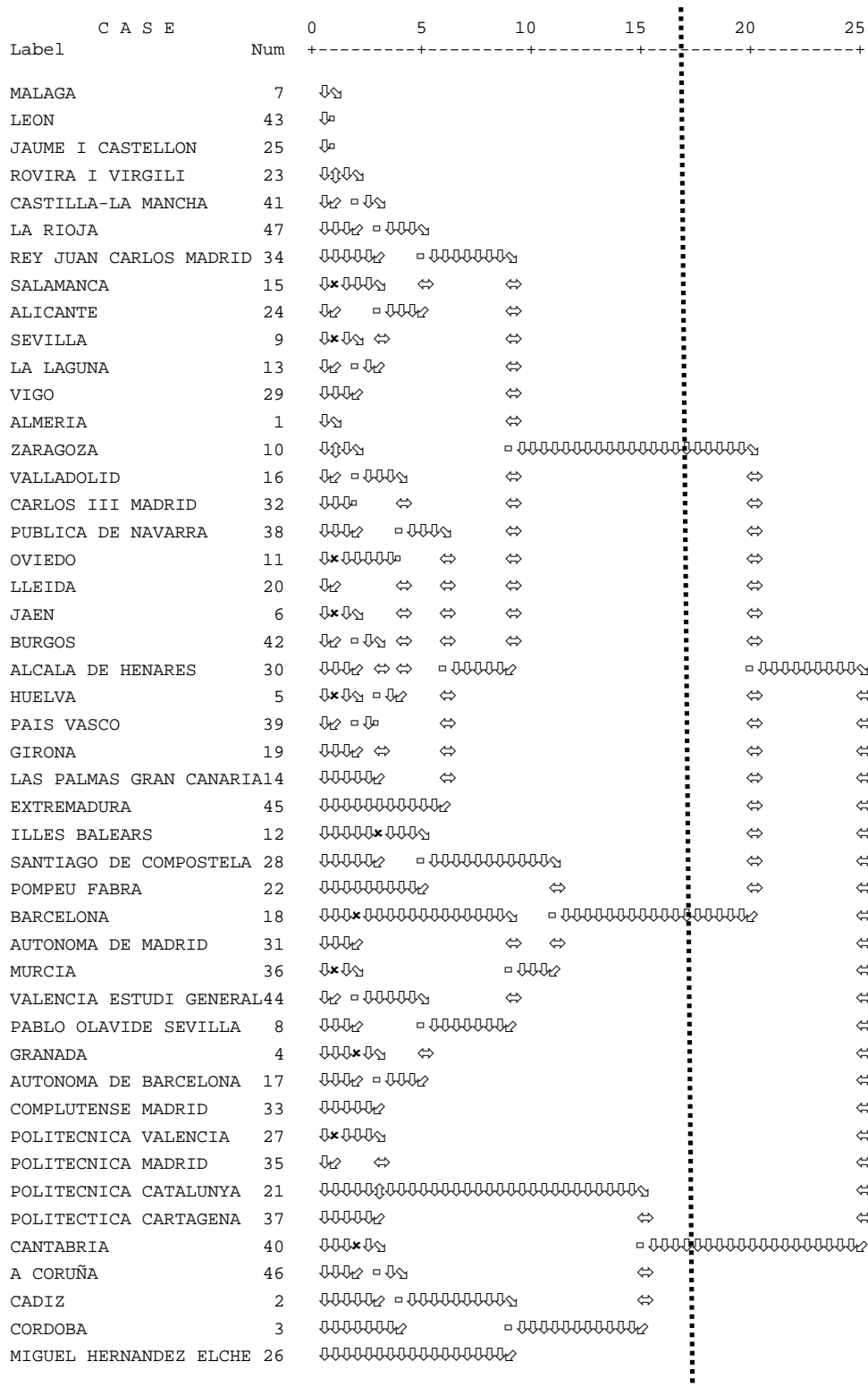
permite apreciar claramente las relaciones de agrupación entre los datos e incluso entre grupos de ellos aunque no las relaciones de similaridad o cercanía entre categorías. Observando las sucesivas subdivisiones podemos hacernos una idea sobre los criterios de agrupación de los mismos, la distancia entre los datos según las relaciones establecidas, etc. También podríamos referirnos al dendrograma como la ilustración de las agrupaciones derivadas de la aplicación de un algoritmo de *clustering*.

Tabla 1 Oferta de titulaciones agrupadas por área de conocimiento

UNIVERSIDAD	HUMANIDADES	SOCIALES	EXPERIMENTALES	SALUD	TECNICAS
ALMERIA	3	12	3	1	9
CADIZ	8	14	5	4	20
CÓRDOBA	6	8	6	4	12
GRANADA	19	24	11	6	8
HUELVA	3	13	2	1	13
JAEN	3	13	4	1	12
MALAGA	8	20	4	4	13
PABLO OLAVIDE	1	5	1	0	0
SEVILLA	13	19	7	6	13
ZARAGOZA	8	18	7	5	15
OVIEDO	14	20	7	5	20
ISLAS BALEARES	9	14	5	1	5
LA LAGUNA	13	20	9	6	14
LAS PALMAS GRAN CANARIA	9	18	1	5	19
CANTABRIA	2	10	2	2	17
CASTILLA-LA MANCHA	11	43	4	6	24
BURGOS	1	12	2	0	10
LEON	6	18	3	3	11
SALAMANCA	21	35	10	6	19
VALLADOLID	12	32	6	4	26
AUTONOMA DE BARCELONA	17	22	10	3	5
BARCELONA	21	23	7	6	3
GIRONA	6	13	3	1	13
LLEIDA	7	11	1	2	11
POLITECNICA DE CATALUNYA	0	0	4	0	48
POMPEU FABRA	2	9	1	0	2
ROVIRA I VIRGILI	6	14	3	3	9
ALICANTE	11	21	4	3	10
JAUME I CASTELLON	3	12	1	0	7
MIGUEL HERNANDEZ ELCHE	2	7	6	4	9
POLITECNICA DE VALENCIA	1	3	2	0	38
VALENCIA	11	26	8	6	4
EXTREMADURA	9	18	6	6	21
A CORUÑA	4	12	2	5	17
SANTIAGO DE COMPOSTELA	15	20	5	5	10
VIGO	6	15	5	1	8
ALCALA DE HENARES	4	13	3	4	11
AUTONOMA DE MADRID	11	13	7	2	2
CARLOS III MADRID	1	15	2	0	10
COMPLUTENSE	19	31	9	9	6
REY JUAN CARLOS MADRID	3	8	1	3	5
POLITECNICA DE MADRID	0	1	1	0	32
MURCIA	8	21	7	6	4
POLITECNICA DE CARTAGENA	0	2	0	0	18
PUBLICA DE NAVARRA	0	12	0	1	8
PAIS VASCO	13	30	9	5	32
LA RIOJA	4	9	3	0	6

Source: Hernández Armenteros, J. (2002)

Gráfico 1: Dendograma de las correlaciones empleando encadenamiento medio entre grupos



Primer grupo: Universidades técnicas. Agrupa 9 universidades, las cuatro politécnicas (Cataluña, Madrid, Valencia y Cartagena), así como las universidades de Cantabria, La Coruña,

Cádiz, Córdoba y la Miguel Hernández de Elche. En todas ellas destaca un predominio de las titulaciones técnicas. La correlación mínima en este grupo (0.723) se produce entre las universidades Politécnica de Cataluña y Miguel Hernández.

Segundo grupo: Universidades no técnicas. Son universidades con poco peso de las titulaciones técnicas. Este grupo está formado por 11 universidades: Complutense, Autónoma de Barcelona, Granada, Pablo Olavide de Sevilla, Valencia Estudio General, Murcia, Autónoma de Madrid, Barcelona, Pompeu Fabra, Santiago de Compostela e Islas Baleares. Engloba todas las grandes universidades en cuyas comunidades autónomas existe alguna otra universidad de tipo técnico y que, por tanto, se han especializado poco o nada en las titulaciones de esa rama. En este grupo la correlación mínima (0.711) se produce entre las universidades Pompeu Fabra y Barcelona.

Tercer grupo: Universidades generalistas. Se trata de universidades con una oferta más variada entre titulaciones sin observarse especialización. Aparecen las otras 27 universidades públicas españolas. Su rasgo es que ofrecen todo tipo de titulaciones. Parece lógico que aparezcan en este grupo aquéllas que son únicas en sus comunidades autónomas como son la de Extremadura, Zaragoza, País Vasco, Pública de Navarra, Rioja, Castilla La Mancha, Oviedo. La correlación mínima (0.697) se da entre las universidades de Extremadura y Alicante.

Estos tres grupos homogéneos de universidades serán sobre los que se base la medición de los resultados de la investigación.

Diseñada la estrategia para abordar la evaluación de la investigación de las UPE en artículos publicados en revistas científicas de reconocido prestigio internacional, en la siguiente sección se procede a analizar los resultados obtenidos.

4. RESULTADOS

El primer paso para medir los resultados de las investigaciones realizadas en las UPE consistió en obtener la información sobre los artículos publicados por los autores adscritos a dichas universidades en el año 2000. Evidentemente para ello era necesario poder acceder a una base de datos de carácter multidisciplinar y eso es justamente, con sus limitaciones y sesgos, lo que proporciona la ISI Web of Knowledge.

En dicha plataforma se puede conseguir toda la información referente a los artículos publicados en el año 2000 a través de los conocidos *Science Citation Index Expanded* (SCI) y *Social Science Citation Index* (SSCI). El hecho de no contar con un JCR para artes y humanidades impidió emplear el *Arts & Humanities Citation Index* (AHCI). En este proceso se

recuperaron sólo los “artículos” publicados en el año 2000 y la búsqueda se realizó universidad a universidad. Se seleccionaron las salidas: autores, artículo, revista, ISSN y direcciones. Para cada universidad se crearon dos bases de datos una de Ciencias y otra de Ciencias Sociales.

Los inconvenientes en esta depuración de la información son numerosísimos. El problema más grave lo generó la nomenclatura. Las universidades españolas pueden aparecer, según gustos de los autores o de las revistas, con sus nombres en español, inglés, en la lengua oficial de su Comunidad Autónoma, con sus siglas o como una mezcla de todo lo anterior. En algunos casos se pudieron corregir aquellas situaciones en las que el nombre de la universidad estaba incorrectamente escrito (Grenada en lugar de Granada, uc3m por Universidad Carlos III de Madrid, etc.). También fue necesario tener en cuenta que algunos nombres o siglas podían confundirse con los de otras universidades nacionales o extranjeras (UAM: Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Autónoma de México, por ejemplo), por no citar los problemas que generan los hospitales universitarios o los centros del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) emplazados en campus de distintas universidades. Durante este proceso de depuración también se detectaron artículos duplicados y se eliminó aquél que pertenecía a la revista con un IFISI menor. Todo lo anterior precisó de una revisión individualizada para una correcta asignación.

Debido a la problemática comentada, los resultados que aquí se presentan no incluyen todos los artículos en que han participado las UPEs, sino tan sólo aquéllos que se han podido asociar a las instituciones a que pertenecían sus autores.

Depurada la información se procedió a calcular toda una serie de indicadores bibliométricos. Las tablas 2, 3 y 4 exhiben, respectivamente, los resultados obtenidos para cada grupo de universidades (generalistas, técnicas y no técnicas)⁷. La estructura en todas las tablas sigue un mismo patrón. Para facilitar la comparación entre los tres grupos de universidades se ha añadido una última fila (Total Grupo) en cada tabla donde se muestran los valores agregados. El primer indicador que aparece en las tres tablas hace referencia al número de artículos en los que ha participado la institución (ART). Tradicionalmente este conteo de artículos publicados ha sido una de las maneras más habituales de aproximar los resultados de la actividad investigadora. Las críticas más contundentes a este indicador es que no tiene en cuenta ni la calidad de las publicaciones en las que se publican los trabajos ni las duplicidades que se producen en los casos en los que hayan trabajado más de un investigador o más de una institución. Para corregir esta última deficiencia se procedió a repartir cada artículo siguiendo el

⁷ En el Anexo1 se incluyen las tablas 6, 7 y 8 que muestran con más detalle el proceso seguido con los indicadores empleados y que incluye tanto los datos globales como agrupados por las grandes ramas de Ciencias y de Ciencias Sociales.

fraccional counting scheme (MOED, 2006; MOED, DE BRUIN, VAN LEEUWEN, 1995; MOYA-ANEGÓN, ET AL., 2004 y 2008), es decir, si en un artículo participan dos o más instituciones, se reparte proporcionalmente entre ellas (véase columna ARTP en las tablas 6, 7 y 8 del Anexo 1). Evidentemente, esta corrección sería manifiestamente mejorable si se pudiese repartir por autores, pero ISI no especificaba en el año 2000 a qué institución concreta pertenecía cada autor. Dado que este nuevo indicador (ARTP) depende decisivamente del tamaño de la institución, se calculó un nuevo indicador (ARTP/P) que relaciona el número de artículos (ponderado por la participación de las instituciones) con el número de profesores equivalentes a tiempo completo (véase de nuevo en el Anexo 1 –tablas 6, 7 y 8- las columnas PETC, ARTP/P). En todo caso, como ya se ha indicado, el empleo de indicadores basados en el conteo de publicaciones no toma en consideración la calidad de las revistas. Para paliar esta deficiencia en las tablas 2, 3 y 4 se calculan otra serie de indicadores. Así, el siguiente indicador que se muestra es el valor resultante de ponderar cada ARTP por el factor de impacto de la revista en la que se publicó que proporciona ISI en sus JCR (IFISIP). Como en el caso anterior, en el Anexo 1 se puede observar que para evitar distorsiones ligadas al tamaño de la institución se relaciona este indicador con el número de profesores equivalentes a tiempo completo (IFISIP/P). Como ya se ha explicado, existen numerosas advertencias sobre lo inadecuado del empleo del IFISI para evaluar la producción científica, dados los sesgos que incorpora. Al objeto de limitar la magnitud de estos sesgos se procedió, por un lado, a calcular un nuevo factor de impacto que los reduce (el propuesto por GÓMEZ-SANCHO y MANCEBÓN-TORRUBIA, 2009) y, por otro lado, a realizar la evaluación sobre grupos homogéneos de universidades en cuanto a su oferta de titulaciones. Así, el factor que se emplea para ponderar a los ARTP es el denominado factor de impacto corregida la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto (IFCPCMP) –véanse tablas 2, 3 y 4-, repartiendo su valor entre el número de profesores equivalentes a tiempo completo al objeto de relativizar el tamaño de cada institución. El resultado es el último indicador que aparece recogido en las tablas 2, 3 y 4 (IFCPCMP/P)⁸.

La panorámica general de las tres tablas nos permite comprobar que el número de artículos publicados en el año 2000 varía entre los 15 de la Universidad Pablo Olavide de

⁸ En el Anexo 1 (tablas 6, 7 y 8), se han incluido otros dos bloques que presentan de manera separada los artículos pertenecientes a las macroáreas de Ciencias y de Ciencias Sociales. Con ello se quiere mostrar el impacto diferencial que provoca la utilización de diferentes indicadores en los dos macroáreas, hecho sin duda a tener en cuenta al interpretar cualquier clasificación de las instituciones universitarias⁸. Los indicadores que se presentan en estos dos bloques son: ARTP, IFISIP e IFCPCMP. No se incluyen el resto de indicadores del primer bloque debido a la ausencia de información sobre la adscripción del profesorado a las áreas de conocimiento.

Sevilla y los 1672 de la de Barcelona⁹ En valores absolutos también es la Universidad de Barcelona la que lidera, en todos los indicadores empleados, la clasificación. En la cola encontramos a las universidades Pablo Olavide de Sevilla, Politécnica de Cartagena y Rey Juan Carlos de Madrid, las tres universidades de muy reciente creación en el año evaluado. Al relativizar los indicadores por el número de profesores equivalentes a tiempo completo el rango de variación en los resultados disminuye de manera considerable y se producen importantes cambios en las posiciones, obteniéndose una clasificación que refleja más fehacientemente los logros investigadores de las UPEs. Con estos cambios, pasan a liderar y cerrar las clasificaciones la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, respectivamente, pasando la Universidad de Barcelona a ocupar la segunda posición.

Entrando en el análisis individualizado de cada uno de los tres grupos de universidades, en el grupo de universidades generalistas (tabla 2), la Universidad del País Vasco es la que lidera todos los indicadores absolutos debido a su mayor tamaño. Así, es la que publica el mayor número de artículos tanto en términos absolutos (671) y es la universidad cuyas investigaciones tienen un mayor impacto (con un IFISIP de 709.267 y un IFCPCMP de 3400.617). Tras ella, aparece un grupo de tres universidades (Oviedo, Sevilla y Zaragoza) que van intercambiando sus posiciones en función del indicador empleado. En los últimos lugares aparecen las Universidades de Huelva, La Rioja, Burgos y la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid que es la que cierra, en todos los indicadores empleados, la clasificación. Si eliminamos el factor tamaño en los indicadores anteriores al relacionarlo con el número de PETC, se producen cambios muy significativos. La última columna muestra el indicador IFCPCMP/P que está liderado por las Universidades de Alcalá, Oviedo, Rovira i Virgili, Zaragoza, Pública de Navarra y Salamanca. En la parte inferior de la clasificación aparecen las Universidades Rey Juan Carlos de Madrid, Burgos, Las Palmas de Gran Canaria y Huelva. Para finalizar, en la última fila de la tabla 2, se añade una última línea que agrupa los resultados obtenidos por todas estas universidades. Entre ellos destacan los resultados totales alcanzados por estas universidades generalistas: 6417.570 para IFISIP, 29925.572 en el IFCPCMP y 0.856 para el IFCPCMP/P.

En el Anexo 1, tabla 6, se puede comprobar paso a paso la influencia del efecto tamaño de la institución sobre los resultados obtenidos para cada indicador. Así, si tenemos en cuenta el indicador ARTP/P las universidades de Oviedo, Alcalá, Pública de Navarra, Rovira i Virgili de Tarragona y Zaragoza superan, por este orden, a la del País Vasco. Si el indicador es el IFISIP/P

⁹ De nuevo en las tablas del Anexo 1 se puede observar que si se tiene en cuenta la participación de las instituciones en los artículos (ARTP), los valores alcanzados varían entre los 7.616 de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla y los 1071.436 de la de Barcelona.

son las universidades de Alcalá, Oviedo, Rovira i Virgili, Salamanca y Zaragoza las que la superan. Otro hecho destacable que se deriva de la tabla 2 es el escasísimo papel que tienen las publicaciones del área de Sociales para el conjunto de resultados de las Universidades Generalistas (si se observan los ARTP representan 243.540 en relación a 4189.726). Esto es debido fundamentalmente al escaso número de revistas de éste área incluidas en los JCR. En el mejor de los casos (Universidad Carlos III de Madrid) los ARTP de Sociales sólo suponen un 15 por ciento del total. Si atendemos al resto de indicadores, se diluye todavía más la importancia del área de Ciencias Sociales: en el caso de los IFISIP no llega al 8.4 por ciento y con el IFCPCMP escasamente supera el 4.2 por ciento (Jaume I de Castellón). Entre ellos destacan los resultados por profesor: 0.120 para ARTP/P; 0.184 IFISIP/P y 0.856 IFCPCMP/P. Estos resultados tienen interés para la comparación con los otros dos grupos de universidades que se realiza más adelante.

En la tabla 3 se presentan los resultados de las universidades técnicas. En los indicadores absolutos la Universidad Politécnica de Cataluña lidera la clasificación tanto en ART (510) como en IFCPCMP (2333.754), mientras que en el indicador IFISIP es la Politécnica de Valencia la que ocupa el primer lugar (395.511). Como se observa, en este grupo se producen mayores alteraciones en las clasificaciones según el indicador empleado (ART, IFISIP ó IFCPCMP). Si se relativiza el tamaño de la institución al poner en relación los resultados absolutos con el profesorado (IFCPCMP/P), pasan a los primeros lugares las universidades de Miguel Hernández de Elche, Cantabria, Córdoba y Politécnica de Cataluña. En este grupo siempre aparece en último lugar la Politécnica de Cartagena, de reciente creación. La última fila agrupa los resultados obtenidos por todas estas universidades técnicas: 2124.678 en el IFISIP, 10755.207 en el IFCPCMP y 0.870 para el IFCPCMP/P.

TABLA 2: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS GENERALISTAS

GRUPO	UNIVERSIDAD	ART	UNIVERSIDAD	IFISIP	UNIVERSIDAD	IFPCMP	UNIVERSIDAD	IFPCMP/P
GENERALISTAS	País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	671	País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	709.267	País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	3400.617	Alcalá	1.388
	Sevilla	565	Oviedo	602.890	Sevilla	2618.494	Oviedo	1.342
	Zaragoza	554	Sevilla	572.362	Zaragoza	2611.165	Rovira i Virgili	1.196
	Oviedo	545	Zaragoza	560.320	Oviedo	2486.497	Zaragoza	1.158
	Salamanca	339	Salamanca	496.985	Salamanca	1947.059	Pública de Navarra	1.006
	Valladolid	324	Alcalá	375.006	Valladolid	1663.917	Salamanca	0.990
	Vigo	311	Valladolid	335.674	Alcalá	1563.419	País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	0.985
	Alcalá	289	La Laguna	268.083	Málaga	1320.284	Jaume I de Castellón	0.959
	Málaga	286	Málaga	266.749	La Laguna	1284.046	Valladolid	0.934
	La Laguna	279	Alicante	249.286	Alicante	1256.124	Vigo	0.906
	Alicante	261	Vigo	227.635	Vigo	1226.392	Almería	0.902
	Extremadura	206	Extremadura	211.766	Extremadura	1073.721	Alicante	0.888
	Carlos III de Madrid	201	Rovira i Virgili	207.670	Rovira i Virgili	930.454	Girona	0.849
	Rovira i Virgili	184	Castilla-La Mancha	184.100	Castilla-La Mancha	922.177	Málaga	0.788
	Castilla-La Mancha	183	Girona	131.171	Jaume I de Castellón	641.305	La Laguna	0.766
	Jaume I de Castellón	159	Almería	125.936	Pública de Navarra	621.609	Sevilla	0.763
	Almería	156	Pública de Navarra	121.953	Carlos III de Madrid	615.172	Lleida	0.718
	Pública de Navarra	142	Jaume I de Castellón	117.193	Almería	612.492	Extremadura	0.717
	Jaén	140	Carlos III de Madrid	108.850	Girona	568.312	La Rioja	0.715
	Girona	130	León	102.551	Las Palmas de Gran Canaria	495.314	Carlos III de Madrid	0.667
	Las Palmas de Gran Canaria	128	Jaén	101.258	Jaén	456.914	Castilla-La Mancha	0.618
	Lleida	103	Lleida	91.265	León	431.224	León	0.594
	León	96	Las Palmas de Gran Canaria	79.682	Lleida	409.439	Jaén	0.576
	Huelva	63	Huelva	59.908	Huelva	256.455	Huelva	0.392
	La Rioja	63	La Rioja	53.099	La Rioja	246.719	Las Palmas de Gran Canaria	0.362
	Burgos	41	Burgos	38.042	Burgos	174.807	Burgos	0.306
	Rey Juan Carlos	35	Rey Juan Carlos	18.869	Rey Juan Carlos	91.444	Rey Juan Carlos	0.148
	TOTAL GRUPO		TOTAL GRUPO	6417.570	TOTAL GRUPO	29925.572	TOTAL GRUPO	0.856

ART: Número de artículos en los que participa la institución

IFISIP: Artículos ponderados por el IFISI y por la contribución de la Universidad

IFPCMP: Artículos ponderados por el IFISI (3 años) corregida la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto y por la contribución de la Universidad

IFPCMP/P: Artículos ponderados por el IFISI (3 años) corregida la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto por la contribución de la Universidad y por PETC

TABLA 3: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS TÉCNICAS

GRUPO	UNIVERSIDAD	ART	UNIVERSIDAD	IFISIP	UNIVERSIDAD	IFPCMP	UNIVERSIDAD	IFPCMP/P
TECNICAS	Politécnica de Catalunya	510	Politécnica de Valencia	395.511	Politécnica de Catalunya	2333.754	Miguel Hernández	1.906
	Politécnica de Valencia	388	Politécnica de Catalunya	372.121	Politécnica de Valencia	1868.188	Cantabria	1.386
	Politécnica de Madrid	374	Córdoba	308.216	Politécnica de Madrid	1457.922	Córdoba	1.329
	Cantabria	281	Cantabria	261.160	Córdoba	1358.697	Politécnica de Catalunya	1.126
	Córdoba	256	Politécnica de Madrid	252.291	Cantabria	1205.666	Politécnica de Valencia	0.922
	Cádiz	179	Miguel Hemández	243.445	Miguel Hemández	1042.564	Cádiz	0.626
	Miguel Hernández	166	Cádiz	159.153	Cádiz	803.061	A Coruña	0.543
	A Coruña	157	A Coruña	119.733	A Coruña	606.179	Politécnica de Madrid	0.481
	Politécnica de Cartagena	29	Politécnica de Cartagena	13.048	Politécnica de Cartagena	79.176	Politécnica de Cartagena	0.198
	TOTAL GRUPO		TOTAL GRUPO	2124.678	TOTAL GRUPO	10755.207	TOTAL GRUPO	0.870

Ver nomenclatura tabla anterior

TABLA 4: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS NO TÉCNICAS

GRUPO	UNIVERSIDAD	ART	UNIVERSIDAD	IFISIP	UNIVERSIDAD	IFPCMP	UNIVERSIDAD	IFPCMP/P
NO TECNICAS	Barcelona	1693	Barcelona	2321.796	Barcelona	9357.468	Autónoma de Madrid	3.865
	Complutense de Madrid	1450	Autónoma de Madrid	1935.134	Autónoma de Madrid	7336.616	Barcelona	2.629
	Autónoma de Madrid	1112	Complutense de Madrid	1662.934	Complutense de Madrid	7118.335	Autónoma de Barcelona	2.101
	Valencia Estudi General	1032	Valencia Estudi General	1146.731	Valencia Estudi General	5065.483	Santiago de Compostela	2.096
	Autónoma de Barcelona	903	Autónoma de Barcelona	1087.774	Autónoma de Barcelona	4721.946	Valencia Estudi General	1.898
	Santiago de Compostela	803	Santiago de Compostela	839.799	Santiago de Compostela	4118.892	Complutense de Madrid	1.400
	Granada	770	Granada	684.501	Granada	3322.944	Murcia	1.375
	Murcia	363	Murcia	411.513	Murcia	1997.168	Illes Balears	1.165
	Illes Balears	202	Illes Balears	191.793	Illes Balears	874.724	Granada	1.115
	Pompeu Fabra	119	Pompeu Fabra	135.464	Pompeu Fabra	484.723	Pompeu Fabra	0.739
	Pablo de Olavide	15	Pablo de Olavide	14.726	Pablo de Olavide	66.155	Pablo de Olavide	0.318
	TOTAL GRUPO		TOTAL GRUPO	10432.165	TOTAL GRUPO	44464.454	TOTAL GRUPO	1.894

Ver nomenclatura tabla anterior

Como en el caso anterior, la tabla 7 incluida en Anexo, permite un análisis más detallado de los efectos del tamaño de la institución al emplear distintos indicadores. Así la Universidad Politécnica de Cataluña lidera la clasificación al emplear el indicador ARTP (343.370). Es destacable también en este grupo de universidades técnicas que los artículos publicados en el área de Sociales son escasísimos y que los pocos que aparecen son en muchos casos publicados en revistas que se encuentran incluidas en ambas macroáreas en las clasificaciones de los JCR. Así no llegan a representar ni el 5 por ciento del total en ARTP (A Coruña), ni llegan al 3 por ciento en IFISIP o lo superan escasamente en el IFCPCMP (Universidad de Cantabria). En la mayoría de las universidades no llega ni siquiera al 1 por ciento independientemente del indicador empleado. Para finalizar, los datos globales del grupo muestran los siguientes valores para los resultados por profesor: 0.121 para ARTP/P; 0.172 IFISIP/P y 0.870 IFCPCMP, siendo muy similares a los obtenidos por el grupo de universidades generalistas.

Por último, la tabla 4 presenta los resultados obtenidos para el grupo de universidades no técnicas, donde se integran las grandes universidades españolas. Ello explica que en este grupo se encuentren las universidades que obtienen las puntuaciones de investigación más altas en todos los indicadores analizados, siendo la Universidad de Barcelona la que lidera todos ellos (ART: 1693, IFISIP: 2321.796 y IFCPCMP 9357.468). Tras ella aparecen las universidades Autónoma de Madrid, Complutense de Madrid, Valencia Estudi General y Autónoma de Barcelona. Estamos ante unas clasificaciones más estables debido, en parte, a unas diferencias considerables de tamaño entre todas las universidades incluidas en este grupo. Como en los grupos anteriores, al poner en relación los resultados de la investigación con el número de profesores de cada institución, se producen cambios significativos en las clasificaciones. Así, la Universidad Autónoma de Madrid pasa a liderar la clasificación en el indicador IFCPCMP/P (3.865) seguida por la Universidad de Barcelona. Los datos para el conjunto de universidades no técnicas son: 10432.165 en el IFISIP, 44464.454 para el IFCPCMP y 1.894 en el IFCPCMP/P, duplicando en este último indicador los obtenidos en los otros dos grupos de universidades.

En la tabla 8, incluida en el Anexo 1, como en los grupos anteriores, al poner en relación los resultados de la investigación con el número de profesores de cada institución, se producen cambios significativos en las clasificaciones. Así, la Universidad Autónoma de Madrid pasa a liderar las tres clasificaciones (ARTP/P: 0.355, IFISIP/P: 1.020 y IFCPCMP/P: 3.865) seguida en todas las clasificaciones por la Universidad de Barcelona. Los datos para el

conjunto de universidades no técnicas relativizados por el número de profesores son: 0.226 para ARTP/P; 0.444 IFISIP/P y 1.894 IFPCMP, que duplican los obtenidos en los otros dos grupos de universidades con los indicadores cualitativos.

TABLA 5: VARIACIONES EN LOS RESULTADOS AL EMPLEAR DISTINTOS INDICADORES BIBLIOMETRICOS.

GRUPO	UNIVERSIDAD	ARTP to IFISIP	IFISIP to IFPCMP	ARTP to IFPCMP
GENERALISTAS	Alcalá de Henares	105.723	316.905	757.669
	Alicante	40.843	403.889	609.691
	Almería	23.770	386.352	501.958
	Burgos	41.158	359.511	548.635
	Carlos III de Madrid	-3.000	465.156	448.199
	Castilla-La Mancha	53.330	400.911	668.046
	Extremadura	34.414	407.032	581.520
	Girona	63.488	333.260	608.327
	Huelva	62.458	328.081	595.452
	Jaén	35.198	351.237	510.065
	Jaume I de Castellón	25.095	447.221	584.548
	La Laguna	40.662	378.973	573.732
	La Rioja	42.193	364.640	560.683
	Las Palmas de Gran Canaria	4.763	521.613	551.223
	León	53.329	320.497	544.744
	Lleida	49.996	348.627	572.921
	Málaga	32.683	394.954	556.717
	Oviedo	72.386	312.430	610.972
	País Vasco	59.370	379.455	664.106
	Pública de Navarra	24.147	409.712	532.790
	Rey Juan Carlos	5.809	384.626	412.780
	Rovira i Virgili	68.580	348.044	655.312
	Salamanca	121.204	291.774	766.619
	Sevilla	52.943	357.489	599.696
	Valladolid	51.812	395.694	652.522
	Vigo	19.006	438.754	541.147
Zaragoza	60.950	366.013	650.050	
GENERALISTAS	53.174	366.307	614.261	
TECNICAS	A Coruña	15.927	406.276	486.911
	Cádiz	37.620	404.584	594.407
	Cantabria	70.533	361.658	687.281
	Córdoba	68.732	340.826	643.815
	Miguel Hernández	180.754	328.254	1102.343
	Politécnica de Cartagena	-11.539	506.806	436.786
	Politécnica de Catalunya	8.373	527.149	579.662
	Politécnica de Madrid	9.402	477.873	532.202
	Politécnica de Valencia	51.692	372.348	616.514
	TECNICAS	42.509	406.204	621.384
	NO TECNICAS	Autónoma de Barcelona	102.551	334.093
Autónoma de Madrid		186.886	279.127	987.662
Barcelona		116.699	303.027	773.358
Complutense		84.495	328.059	689.749
Granada		32.038	385.455	540.985
Islas Baleares		61.965	356.077	638.687
Murcia		58.906	385.323	671.209
Pablo de Olavide		93.356	349.239	768.632
Pompeu Fabra		158.223	257.824	823.986
Santiago de Compostela		57.165	390.462	670.833
Valencia		82.995	341.732	708.347
NO TECNICAS		96.789	326.225	738.761

ARTP to IFISIP: variacion al pasar de artp a ifisip

ARTP to IFPCMP: variacion al pasar de artp a ifpcmp

IFISIP to IFPCMP: variacion al pasar de ifisip a ifpcmp

Para completar el análisis, en la tabla 5 se presentan las variaciones que se producen en los resultados al emplear uno u otro indicador. En la primera columna se compara el indicador ARTP con el IFISIP, en la segunda los ARTP con los IFCPCMP y en la tercera los IFISIP con los IFCPCMP. Como en el caso anterior, para facilitar la comparación se ha añadido en la última fila de cada grupo sus valores agregados.

En primer lugar se comentan las variaciones en los resultados entre los tres grandes grupos de universidades y posteriormente se resaltan algunos resultados individuales de las universidades.

Respecto a los grupos de universidades, se observa que al pasar de un indicador cuantitativo como son los ARTP a otro cualitativo como son los IFISIP las universidades que salen mejor paradas son las no técnicas que casi duplican su valor (incremento del 96 por ciento), mientras que las generalistas apenas lo incrementan un 53 por ciento y las técnicas tan sólo lo incrementan en un 42 por ciento. Ello evidencia que con el factor de impacto se ven favorecidas aquellas universidades donde la actividad se concentra en las áreas mejor representadas y mejor valoradas en los JCR que no son sino las de Ciencias (véanse en la tabla 5 las universidades Autónoma de Madrid o la Pompeu Fabra de Barcelona, , por ejemplo). En sentido contrario aquellas universidades que publican mayoritariamente en áreas menos representadas como son las ingenierías (grupo técnicas) son las más perjudicadas (véanse en la tabla 5 las universidades Politécnica de Cartagena o Politécnica de Cataluña). También resultan, en conjunto, desfavorecidas aquellas universidades generalistas que si bien tienen, por un lado, actividad en las áreas mejor representadas, al mismo tiempo, tienen el hándicap de desarrollar una importante proporción de sus actividades en otras áreas perjudicadas por ISI como son las Ciencias Sociales o las Ingenierías (como por ejemplo las universidades Carlos III de Madrid, Las Palmas de Gran Canaria o la Rey Juan Carlos de Madrid).

Una segunda comparación interesante tiene lugar al analizar las variaciones al pasar de un indicador sesgado como es el de IFISIP a otro indicador que reduce dos de los sesgos como es el IFCPCMP. Los resultados muestran que en este caso son las universidades técnicas las más favorecidas (incremento del 406 por ciento), seguida de las generalistas (366.307 por ciento) y en último lugar se sitúan las no técnicas (aumento del 326 por ciento). Estos resultados corroboran que al corregir tanto la propensión a citar como el periodo de materialización del impacto se beneficia a áreas como las ingenierías (véanse en la tabla 5 las universidades Politécnica de Cartagena o Politécnica de Cataluña) y a otras donde es menor la propensión a citar y/o necesitan mayor tiempo que el empleado por ISI para capturar las citas que emiten sus

trabajos (como por ejemplo las universidades de Las Palmas de Gran Canaria, la Carlos III de Madrid o la Jaume I de Castellón). En sentido contrario, las áreas más beneficiadas por ISI suelen estar concentradas en las áreas de investigación puntera incluidas casi todas en las áreas de Ciencias, de manera que la corrección de sus sesgos provoca que alcancen menores incrementos (universidades Pompeu Fabra de Barcelona, Autónoma de Madrid o la de Barcelona).

Por último, la comparación entre el indicador ARTP y el IFCPCMP permite observar que son las universidades no técnicas las que tienen una mayor mejora (738 por ciento), seguidas por las técnicas (621 por ciento) y casi al mismo nivel por las generalistas (614 por ciento). Como era de esperar, la variación en los resultados es menos acusada entre los distintos grupos de universidades que al pasar de ARTP a IFISI.

En definitiva, el análisis de las tablas 2, 3, 4 y 5 pone de manifiesto la necesidad de afinar los indicadores empleados tradicionalmente para obtener unas clasificaciones de la actividad investigadora de las UPEs más neutrales. Partiendo de la medida básica artículos publicados (ART), existe un amplio acuerdo en evitar duplicidades dividiéndolos en función de la participación de cada universidad en su elaboración (ARTP). También existe consenso sobre la necesidad de distinguir entre las distintas calidades de las revistas en las que son publicados. Para ello se han empleado con profusión los factores de impacto de ISI (IFISIP). El empleo directo de estos indicadores para evaluar la investigación da lugar, como hemos visto, a clasificaciones muy influidas por los sesgos que aquéllos incorporan: favorece a las áreas mejor representadas en los JCR, a aquellas áreas, revistas o autores que tienen mayor propensión a citar y/o que concentran las citas recibidas en los dos años anteriores al evaluado. Para contrarrestar estos tres sesgos en este trabajo hemos propuesto un indicador que corrige la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto (IFCPCMP), y hemos circunscrito la comparación a grupos homogéneos de las UPEs en función de su oferta de titulaciones.

Los resultados obtenidos confirman que las diferencias pueden ser notables y el empleo del IFISI favorece a las universidades no técnicas, debido a que en ellas tiene mayor importancia las áreas más favorecidas por los JCR (Ciencias de la Salud y Experimentales) - véase tabla 1- y tienen menor peso las áreas que están subrepresentadas y, que en la mayoría de los casos citan por debajo de la media y concentran una pequeña parte de sus citas en los dos años anteriores al evaluado (Ciencias Sociales o Ingenierías) o que ni siquiera tienen JCR (Humanidades). En cambio, las universidades generalistas y técnicas son perjudicadas, aunque

los motivos son distintos. Las universidades generalistas son penalizadas al tener una importancia relativa mayor sus investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades por tener una oferta relativamente amplia de titulaciones de Ingenierías que compensan el hecho de disponer algunas de ellas titulaciones en Ciencias de la Salud y Experimentales. En último lugar, las universidades técnicas tienen una oferta de titulaciones muy concentrada en las Ingenierías y, como ya se ha comentado, se trata de área particularmente perjudicada al aplicar los IFISI. Llama la atención que las diferencias entre las universidades generalistas y las técnicas sean mínimas y se debe a que el resultado final de las compensaciones que se dan entre los efectos positivos y negativos dentro de las generalistas sea similar al obtenido por las técnicas.

Para resumir, los resultados de nuestro análisis son concluyentes al mostrar las importantes diferencias que se generan entre los grupos y entre las universidades al valorar su producción científica en artículos publicados en revistas JCR. Tres hechos merecen destacarse: en primer lugar, el empleo de indicadores para cualificar estos trabajos conlleva consigo el riesgo de introducir en los resultados los sesgos inherentes a su elaboración. En segundo lugar, la selección de la muestra de revistas se convierte en un factor decisivo al favorecer a aquellas áreas mejor representadas. En tercer lugar, es necesario incorporar factores correctores que relativicen el tamaño de la institución a la hora de presentar los resultados.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha llevado a cabo una nueva aproximación a la evaluación de la producción científica de las universidades que se basa, por un lado, en el empleo de unos nuevos indicadores que, aunque no eliminan, corrigen los sesgos provocados por la diferente propensión a citar y el distinto periodo de tiempo necesario para la materialización del impacto y, por otro lado, en realizar las evaluaciones sobre grupos homogéneos de universidades agrupadas en función de su especialización en las distintas áreas de conocimiento.

Nuestros resultados muestran que las clasificaciones obtenidas con el nuevo indicador para los tres grupos de universidades: generalistas, técnicas y no técnicas son más neutrales que aquellas alcanzadas al aplicar el IFISI, al contrarrestar los sesgos que éste contiene. La evaluación de la investigación aplicando el IFISI favorece a las universidades no técnicas frente a las generalistas y técnicas. Ello es debido a que en este tipo de universidades es mayor la importancia de las áreas Ciencias Experimentales y de Ciencias de la Salud que son las que

tienen una mayor representatividad en la muestra de revistas JCR, una mayor propensión a citar y un mayor porcentaje de citas recibidas los dos años anteriores al evaluado. Por el contrario, las técnicas se ven perjudicadas por su altísima especialización en Ingeniería, que resulta ser una de las áreas peor representadas en la muestra de revistas JCR, y que suelen tener una propensión a citar por debajo de la media y un periodo de citación más largo. Las generalistas también resultan penalizadas, pese a tener titulaciones en las áreas de Ciencias Experimentales y de la Salud, ya que su investigación en Ciencias Sociales tiene una mayor importancia relativa y porque entre sus titulaciones también tienen un alto número de Ingenierías.

Los resultados obtenidos también ponen de manifiesto que la utilización de indicadores bibliométricos absolutos provoca cambios notables en los valores de la investigación, si bien no conllevan alteraciones importantes en las posiciones relativas de las universidades más grandes. Esta conclusión cambia drásticamente cuando los indicadores se ponen en relación con el profesorado. Con ello se elimina el efecto tamaño de los resultados, lo que provoca que las distancias entre las universidades disminuyan y, lo que es más importante, que se produzcan cambios significativos en las ordenaciones obtenidas.

No obstante, y queremos remarcar este hecho, hay que tener presente que tanto el nuevo IFPCMP, aquí empleado, como la agrupación de universidades atendiendo a la oferta de titulaciones agrupadas por rama de conocimiento presentan sus propias limitaciones. Así, con respecto al IFPCMP los ajustes para su cálculo han sido realizados de manera “indirecta” y aproximada, ya sea debido a las limitaciones de información (se han realizado sobre la revista y no sobre el artículo o cita) o a la práctica imposibilidad de ser realizados por un investigador individual (véase GÓMEZ-SANCHO y MANCEBÓN-TORRUBIA, 2009). Con respecto a la agrupación de universidades se reconoce que hubiera sido más conveniente en el análisis cluster el empleo de la variable profesorado equivalente a tiempo completo agrupado por áreas de conocimiento, dato no disponible. Ello nos hace extremar las cautelas sobre los resultados obtenidos.

Por último, queremos destacar que en los resultados obtenidos se puede apreciar la tremenda diferencia en la representatividad que tienen las Ciencias y las Ciencias Sociales en las bases de datos empleadas. Este hecho indica que si bien el factor de ISI puede ser considerado como una vía correcta para tratar de evaluar a nuestros investigadores de las áreas científicas, su empleo como método de evaluación en las áreas de Ciencias Sociales debe ser considerado con mayores precauciones debido al limitado número de revistas de estas áreas incluidas por ISI.

En definitiva, el análisis realizado en este artículo nos lleva a concluir que el IFISI no debería ser empleado directamente para establecer comparaciones ya sea entre universidades, centros, departamentos o investigadores sin realizar las correcciones pertinentes. Su uso indiscriminado como criterio único de la calidad de las instituciones universitarias y de sus investigadores, algo generalizado en España en los años más recientes, puede provocar efectos indeseados por lo que debería tratarse con gran rigor y cautela. Ello no es óbice para reconocer que el empleo del factor de impacto de ISI puede acercarnos a mejorar los juicios sobre los resultados de la investigación frente a otras opciones subjetivas, si bien hay que ser conscientes de la necesidad de retocar alguna de sus características para que su empleo en las comparaciones sea más correcto.

REFERENCIAS

- Archambault, E. Y Larivière, V. (2009), History of the journal impact factor: Contingencies and consequences, *Scientometrics*, 79(3), 635-649.
- Bonaccorsi, A.; Daraio, C.; Lepori, B. y Slipersæter, S. (2007), Indicators on individual higher education institutions: addressing data problems and comparability issues, *Research Evaluation*, 16(2), 66-78.
- Braun, T. (1999), Bibliometric indicators for the evaluation of universities - Intelligence from the quantitation of the scientific literature, *Scientometrics*, 45(3), 425-432.
- Garfield, E. (1996), How can impact factors be improved?. *British Medical Journal*, 313(7054), 411-413.
- Gobierno de Aragón, D. d. C. y. T. (2004), II Plan Autonómico de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Conocimientos de Aragón: [II PAID 2005-2008], Zaragoza, Gobierno de Aragón, Departamento de Ciencia y Tecnología. .
- Gómez-Sancho, J. M. y Mancebón-Torrubia, M. J. (2009), The evaluation of scientific production: Towards a neutral impact factor, *Scientometrics*, 81(2), 435-458.
- Hair, J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J. y Anderson, R. E. (2010), *Multivariate Data Analysis*, seventh edition, Prentice-Hall.
- Hernández Armenteros, J (Coordinador) (2002), *La universidad española en cifras (2002). Información académica, productiva y financiera de las universidades públicas españolas. Indicadores universitarios*, Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), Madrid.
- Kostoff, R. N. (2002), Citation analysis of research performer quality. *Scientometrics*, 53(1), 49-71.
- Leydesdorff, L. (2008), Caveats for the Use of Citation Indicators in Research and Journal Evaluations. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(2), 278-287.
- Moed, H. F. (2006), *Bibliometric Rankings of World Universities*, CWTS Report 2006-01, Centre for Science and Technology Studies (CWTS) Leiden University, the Netherlands.
- Moed, H. F.; De Bruin, R. E. y Van Leeuwen, T. N. (1995), New Bibliometric Tools for the Assessment of National Research Performance - Database Description, Overview of Indicators and First Applications, *Scientometrics*, 33(3), 381-422.
- Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Corera Álvarez, E.; Gómez Crisóstomo, M. R.; González Molina, A.; Muñoz Fernández, F. J. y Vargas Quesada, B. (2007), *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española. (1990-2004)*. Madrid, FECYT.

Rinia, E. J.; van Leeuwen, T. N.; Bruins, E. E. W.; Van Vuren, H. G. y Van Raan, A. F. J. (2001), Citation delay in interdisciplinary knowledge exchange. *Scientometrics*, 51 (1), 293-309.

Rousseau, R. (2005), Median and percentile impact factors: A set of new indicators. *Scientometrics*, 63(3), 431-441.

Schubert, A. y Braun, T. (1996), Cross-field normalization of scientometric indicators. *Scientometrics*, 36(1), 311-324.

Seglen, P. O. (1997), Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *British Medical Journal*, 314(7079), 498-502.

Sombatsompop, N.; Markpin, T. y Premkamolnetr, N. (2004), A modified method for calculating the Impact Factors of journals in ISI Journal Citation Reports—Polymer Science Category in 1997–2001. *Scientometrics*, 60(2), 235–271.

Wallin, J. A. (2005), Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 97(5), 261-275.

Zitt, M.; Ramana-Rahary, S. y Bassecouard, E. (2005), Relativity of citation performance and excellence measures: From cross-field to cross-scale effects of field-normalisation. *Scientometrics*, 63(2), 373-401.

Zitt, M. y Small, H. (2008), Modifying the Journal Impact Factor by Fractional Citation Weighting: The Audience Factor. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(11), 1856–1860.

ANEXO I: Tablas 6, 7 y 8 resultados detallados de la cuantificación de la investigación en artículos publicados en revistas JCR en las Universidades Públicas Españolas Generalistas, Técnicas y No Técnicas

TABLA 6: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS GENERALISTAS

		TODAS LAS AREAS								CIENCIAS			SOCIALES		
GRUPO	UNIVERSIDAD	PETC	ART	ARTP	ARTP/P	IFISIP	IFISIP/P	IFCPCMP	IFCPCMP/P	ARTP	IFISIP	IFCPCMP	ARTP	IFISIP	IFCPCMP
GENERALISTAS	Alcalá	1126	289	182.287	0.162	375.006	0.333	1563.419	1.388	176.287	371.668	1546.247	6.000	3.338	17.172
	Alicante	1414	261	176.996	0.125	249.286	0.176	1256.124	0.888	158.954	240.838	1206.045	18.042	8.448	50.079
	Almería	679	156	101.750	0.150	125.936	0.185	612.492	0.902	93.583	120.494	597.689	8.167	5.442	14.803
	Burgos	571	41	26.950	0.047	38.042	0.067	174.807	0.306	25.500	37.356	173.744	1.450	0.686	1.063
	Carlos III de Madrid	922	201	112.217	0.122	108.850	0.118	615.172	0.667	95.350	99.776	590.102	16.867	9.074	25.070
	Castilla-La Mancha	1493	183	120.068	0.080	184.100	0.123	922.177	0.618	117.068	181.895	914.215	3.000	2.205	7.962
	Extremadura	1497	206	157.548	0.105	211.766	0.141	1073.721	0.717	155.826	210.653	1069.213	1.722	1.113	4.508
	Girona	669	130	80.233	0.120	131.171	0.196	568.312	0.849	73.983	128.867	554.944	6.250	2.304	13.368
	Huelva	654	63	36.876	0.056	59.908	0.092	256.455	0.392	36.876	59.908	256.455	0.000	0	0
	Jaén	793	140	74.896	0.094	101.258	0.128	456.914	0.576	71.646	99.582	450.653	3.250	1.676	6.261
	Jaume I de Castellón	669	159	93.683	0.140	117.193	0.175	641.305	0.959	81.583	109.821	614.084	12.100	7.372	27.221
	La Laguna	1677	279	190.587	0.114	268.083	0.160	1284.046	0.766	166.337	253.363	1243.909	24.250	14.720	40.137
	La Rioja	345	63	37.343	0.108	53.099	0.154	246.719	0.715	36.343	52.944	244.867	1.000	0.155	1.852
	Las Palmas de Gran Canaria	1368	128	76.059	0.056	79.682	0.058	495.314	0.362	72.976	78.557	489.210	3.083	1.125	6.104
	León	726	96	66.883	0.092	102.551	0.141	431.224	0.594	66.050	102.264	430.404	0.833	0.287	0.820
	Lleida	570	103	60.845	0.107	91.265	0.160	409.439	0.718	58.178	89.001	398.336	2.667	2.264	11.103
	Málaga	1676	286	201.043	0.120	266.749	0.159	1320.284	0.788	183.876	258.625	1294.478	17.167	8.124	25.806
	Oviedo	1853	545	349.732	0.189	602.890	0.325	2486.497	1.342	317.199	587.528	2448.235	32.533	15.362	38.262
	País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea	3451	671	445.045	0.129	709.267	0.206	3400.617	0.985	414.262	695.624	3354.330	30.783	13.643	46.287
	Pública de Navarra	618	142	98.233	0.159	121.953	0.197	621.609	1.006	93.400	119.779	604.762	4.833	2.174	16.847
	Rey Juan Carlos	616	35	17.833	0.029	18.869	0.031	91.444	0.148	15.833	17.949	89.924	2.000	0.920	1.520
	Rovira i Virgili	778	184	123.188	0.158	207.670	0.267	930.454	1.196	116.355	203.907	913.427	6.833	3.763	17.027
	Salamanca	1966	339	224.673	0.114	496.985	0.253	1947.059	0.990	216.090	493.049	1929.543	8.583	3.936	17.516
	Sevilla	3431	565	374.233	0.109	572.362	0.167	2618.494	0.763	365.150	567.641	2605.454	9.083	4.721	13.040
	Valladolid	1781	324	221.112	0.124	335.674	0.188	1663.917	0.934	217.112	334.487	1657.277	4.000	1.187	6.640
	Vigo	1353	311	191.281	0.141	227.635	0.168	1226.392	0.906	183.652	224.770	1208.248	7.629	2.865	18.144
Zaragoza	2254	554	348.132	0.154	560.320	0.249	2611.165	1.158	336.727	555.877	2584.777	11.405	4.443	26.388	
	TOTAL GRUPO	34950		4189.726	0.120	6417.570	0.184	29925.572	0.856	3946.196	6296.223	29470.572	243.530	121.347	455.000

PETC: Número de profesores equivalentes a tiempo completo

ART: Número de artículos en los que participa la institución

ARTP: Número de artículos ponderados por la contribución de la Universidad

ARTP/P: Número de artículos ponderados por la participación de la institución en su elaboración por profesor equivalente a tiempo completo

IFISIP: Artículos ponderados por el IFISI y por la contribución de la Universidad

IFISIP/P: Artículos ponderados por el IFISI y por la contribución de la Universidad por profesor equivalente a tiempo completo

IFCPCMP: Artículos ponderados por el IFISI (3 años) corregida la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto y por la contribución de la Universidad

IFCPCMP/P: Artículos ponderados por el IFISI (3 años) corregida la propensión a citar y el periodo de materialización del impacto por la contribución de la Universidad y por PETC

TABLA 7: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS TÉCNICAS

GRUPO	UNIVERSIDAD	TODAS LAS AREAS								CIENCIAS			SOCIALES		
		PETC	ART	ARTP	ARTP/P	IFISIP	IFISIP/P	IFPCMP	IFPCMP/P	ARTP	IFISIP	IFPCMP	ARTP	IFISIP	IFPCMP
TECNICAS	A Coruña	1116	157	103.283	0.093	119.733	0.107	606.179	0.543	98.450	117.444	595.662	4.833	2.289	10.517
	Cádiz	1283	179	115.647	0.090	159.153	0.124	803.061	0.626	112.939	156.611	797.104	2.708	2.542	5.957
	Cantabria	870	281	153.143	0.176	261.160	0.300	1205.666	1.386	149.262	254.000	1164.984	3.881	7.160	40.682
	Córdoba	1022	256	182.666	0.179	308.216	0.302	1358.697	1.329	182.108	307.562	1356.530	0.558	0.654	2.167
	Miguel Hernández	547	166	86.711	0.159	243.445	0.445	1042.564	1.906	86.003	242.564	1035.067	0.708	0.881	7.497
	Politécnica de Cartagena	399	29	14.750	0.037	13.048	0.033	79.176	0.198	14.750	13.048	79.176	0.000	0	0
	Politécnica de Catalunya	2072	510	343.370	0.166	372.121	0.180	2333.754	1.126	341.620	371.735	2332.203	1.750	0.386	1.551
	Politécnica de Madrid	3032	374	230.610	0.076	252.291	0.083	1457.922	0.481	227.493	250.816	1450.680	3.117	1.475	7.242
	Politécnica de Valencia	2026	388	260.733	0.129	395.511	0.195	1868.188	0.922	258.733	394.324	1865.578	2.000	1.187	2.610
	TOTAL GRUPO	12367		1490.913	0.121	2124.678	0.172	10755.207	0.870	1471.358	2108.104	10676.984	19.555	16.574	78.223

Ver nomenclatura tabla anterior

TABLA 8: CUANTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARTICULOS PUBLICADOS EN REVISTAS JCR AÑO 2000. UNIVERSIDADES PÚBLICAS NO TÉCNICAS

GRUPO	UNIVERSIDAD	TODAS LAS AREAS								CIENCIAS			SOCIALES		
		PETC	ART	ARTP	ARTP/P	IFISIP	IFISIP/P	IFPCMP	IFPCMP/P	ARTP	IFISIP	IFPCMP	ARTP	IFISIP	IFPCMP
NO TECNICAS	Autónoma de Barcelona	2248	903	537.037	0.239	1087.774	0.484	4721.946	2.101	510.579	1068.666	4641.423	26.458	19.108	80.523
	Autónoma de Madrid	1898	1112	674.531	0.355	1935.134	1.020	7336.616	3.865	645.973	1918.557	7272.051	28.558	16.577	64.565
	Barcelona	3560	1693	1071.436	0.301	2321.796	0.652	9357.468	2.629	1027.394	2291.566	9232.441	44.042	30.230	125.027
	Complutense de Madrid	5085	1450	901.342	0.177	1662.934	0.327	7118.335	1.400	853.170	1636.414	7018.727	48.172	26.520	99.608
	Granada	2979	770	518.412	0.174	684.501	0.230	3322.944	1.115	496.908	670.043	3270.644	21.504	14.458	52.300
	Illes Balears	751	202	118.416	0.158	191.793	0.255	874.724	1.165	111.583	188.863	864.501	6.833	2.930	10.223
	Murcia	1453	363	258.966	0.178	411.513	0.283	1997.168	1.375	241.133	402.327	1968.577	17.833	9.186	28.591
	Pablo de Olavide	208	15	7.616	0.037	14.726	0.071	66.155	0.318	7.283	14.457	65.285	0.333	0.269	0.870
	Pompeu Fabra	656	119	52.460	0.080	135.464	0.207	484.723	0.739	30.028	114.920	342.435	22.432	20.544	142.288
	Santiago de Compostela	1965	803	534.343	0.272	839.799	0.427	4118.892	2.096	514.943	830.614	4082.565	19.400	9.185	36.327
	Valencia Estudi General	2669	1032	626.647	0.235	1146.731	0.430	5065.483	1.898	582.614	1124.100	4985.148	44.033	22.631	80.335
	TOTAL GRUPO	23472		5301.206	0.226	10432.165	0.444	44464.454	1.894	5021.608	10260.527	43743.797	279.598	171.638	720.657

Ver nomenclatura tabla anterior

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Universidad de Zaragoza

2002-01: “Evolution of Spanish Urban Structure During the Twentieth Century”. Luis Lanaspá, Fernando Pueyo y Fernando Sanz. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2002-02: “Una Nueva Perspectiva en la Medición del Capital Humano”. Gregorio Giménez y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

2002-03: “A Practical Evaluation of Employee Productivity Using a Professional Data Base”. Raquel Ortega. Department of Business, University of Zaragoza.

2002-04: “La Información Financiera de las Entidades No Lucrativas: Una Perspectiva Internacional”. Isabel Brusca y Caridad Martí. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

2003-01: “Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas”. Manuel Espitia y Gema Pastor. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza.

2003-02: “The Valuation of Earnings Components by the Capital Markets. An International Comparison”. Susana Callao, Beatriz Cuellar, José Ignacio Jarne and José Antonio Laínez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-03: “Selection of the Informative Base in ARMA-GARCH Models”. Laura Muñoz, Pilar Olave and Manuel Salvador. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-04: “Structural Change and Productive Blocks in the Spanish Economy: An Input-Output Analysis for 1980-1994”. Julio Sánchez Chóliz and Rosa Duarte. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2003-05: “Automatic Monitoring and Intervention in Linear Gaussian State-Space Models: A Bayesian Approach”. Manuel Salvador and Pilar Gargallo. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-06: “An Application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments”. Emilio Martín. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-07: “Harmonisation at the European Union: a difficult but needed task”. Ana Yetano Sánchez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-08: “The investment activity of spanish firms with tangible and intangible assets”. Manuel Espitia and Gema Pastor. Department of Business, University of Zaragoza.

2004-01: “Persistencia en la performance de los fondos de inversión españoles de renta variable nacional (1994-2002)”. Luis Ferruz y María S. Vargas. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

2004-02: “Calidad institucional y factores político-culturales: un panorama internacional por niveles de renta”. José Aixalá, Gema Fabro y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

2004-03: “La utilización de las nuevas tecnologías en la contratación pública”. José M^a Gimeno Feliú. Departamento de Derecho Público, Universidad de Zaragoza.

2004-04: “Valoración económica y financiera de los trasvases previstos en el Plan Hidrológico Nacional español”. Pedro Arrojo Agudo. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza. Laura Sánchez Gallardo. Fundación Nueva Cultura del Agua.

2004-05: “Impacto de las tecnologías de la información en la productividad de las empresas españolas”. Carmen Galve Gorriz y Ana Gargallo Castel. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

2004-06: “National and International Income Dispersion and Aggregate Expenditures”. Carmen Fillat. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza. Joseph Francois. Tinbergen Institute Rotterdam and Center for Economic Policy Research-CEPR.

2004-07: “Targeted Advertising with Vertically Differentiated Products”. Lola Esteban and José M. Hernández. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2004-08: “Returns to education and to experience within the EU: are there differences between wage earners and the self-employed?”. Inmaculada García Mainar. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Víctor M. Montuenga Gómez. Department of Business. University of La Rioja

2005-01: “E-government and the transformation of public administrations in EU countries: Beyond NPM or just a second wave of reforms?”. Lourdes Torres, Vicente Pina and Sonia Royo. Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza

2005-02: “Externalidades tecnológicas internacionales y productividad de la manufactura: un análisis sectorial”. Carmen López Pueyo, Jaime Sanau y Sara Barcenilla. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Zaragoza.

2005-03: “Detecting Determinism Using Recurrence Quantification Analysis: Three Test Procedures”. María Teresa Aparicio, Eduardo Fernández Pozo and Dulce Saura. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-04: “Evaluating Organizational Design Through Efficiency Values: An Application To The Spanish First Division Soccer Teams”. Manuel Espitia Escuer and Lucía Isabel García Cebrián. Department of Business. University of Zaragoza.

2005-05: “From Locational Fundamentals to Increasing Returns: The Spatial Concentration of Population in Spain, 1787-2000”. María Isabel Ayuda. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Fernando Collantes and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza.

2005-06: “Model selection strategies in a spatial context”. Jesús Mur and Ana Angulo. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-07: “Conciertos educativos y selección académica y social del alumnado”. María Jesús Mancebón Torrubia. Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Domingo Pérez Ximénez de Embún. Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza.

2005-08: “Product differentiation in a mixed duopoly”. Agustín Gil. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-09: “Migration dynamics, growth and convergence”. Gemma Larramona and Marcos Sanso. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-10: “Endogenous longevity, biological deterioration and economic growth”. Marcos Sanso and Rosa María Aísa. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2006-01: “Good or bad? - The influence of FDI on output growth. An industry-level analysis“. Carmen Fillat Castejón. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza. Julia Woerz. The Vienna Institute for International Economic Studies and Tinbergen Institute, Erasmus University Rotterdam.

2006-02: “Performance and capital structure of privatized firms in the European Union”. Patricia Bachiller y M^a José Arcas. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.

2006-03: “Factors explaining the rating of Microfinance Institutions”. Begoña Gutiérrez Nieto and Carlos Serrano Cinca. Department of Accounting and Finance. University of Saragossa, Spain.

2006-04: “Libertad económica y convergencia en argentina: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroya. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Leandro Prados de la Escosura. Departamento de H^a e Instituciones Ec. Universidad Carlos III de Madrid.

2006-05: “How Satisfied are Spouses with their Leisure Time? Evidence from Europe*?”. Inmaculada García, José Alberto Molina y María Navarro. University of Zaragoza.

2006-06: “Una estimación macroeconómica de los determinantes salariales en España (1980-2000)”. José Aixalá Pastó y Carmen Pelet Redón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza.

2006-07: “Causes of World Trade Growth in Agricultural and Food Products, 1951 – 2000”. Raúl Serrano and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza, Gran Via 4, 50005 Zaragoza (Spain).

2006-08: “Prioritisation of patients on waiting lists: a community workshop approach”. Angelina Lázaro Alquézar. Facultad de Derecho, Facultad de Económicas. University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. Begoña Álvarez-Farizo. C.I.T.A.- Unidad de Economía. Zaragoza, Spain

2007-01: “Determinantes del comportamiento variado del consumidor en el escenario de Compra”. Carmén Berné Manero y Noemí Martínez Caraballo. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

- 2007-02:** “Alternative measures for trade restrictiveness. A gravity approach”. Carmen Fillat & Eva Pardos. University of Zaragoza.
- 2007-03:** “Entrepreneurship, Management Services and Economic Growth”. Vicente Salas Fumás & J. Javier Sánchez Asín. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. University of Zaragoza.
- 2007-04:** “Equality versus Equity based pay systems and their effects on rational altruism motivation in teams: Wicked masked altruism”. Javier García Bernal & Marisa Ramírez Alerón. University of Zaragoza.
- 2007-05:** “Macroeconomic outcomes and the relative position of Argentina’s Economy: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroja. University of Zaragoza.
- 2008-01:** “Vertical product differentiation with subcontracting”. Joaquín Andaluz Funcia. University of Zaragoza.
- 2008-02:** “The motherwood wage penalty in a mediterranean country: The case of Spain” Jose Alberto Molina Chueca & Victor Manuel Montuenga Gómez. University of Zaragoza.
- 2008-03:** “Factors influencing e-disclosure in local public administrations”. Carlos Serrano Cinca, Mar Rueda Tomás & Pilar Portillo Tarragona. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.
- 2008-04:** “La evaluación de la producción científica: hacia un factor de impacto neutral”. José María Gómez-Sancho y María Jesús Mancebón-Torrubia. Universidad de Zaragoza.
- 2008-05:** “The single monetary policy and domestic macro-fundamentals: Evidence from Spain”. Michael G. Arghyrou, Cardiff Business School and Maria Dolores Gadea, University of Zaragoza.
- 2008-06:** “Trade through fdi: investing in services“. Carmen Fillat-Castejón, University of Zaragoza, Spain; Joseph F. Francois. University of Linz, Austria; and CEPR, London & Julia Woerz, The Vienna Institute for International Economic Studies, Austria.
- 2008-07:** “Teoría de crecimiento semi-endógeno vs Teoría de crecimiento completamente endógeno: una valoración sectorial”. Sara Barcenilla Visús, Carmen López Pueyo, Jaime Sanaú. Universidad de Zaragoza.
- 2008-08:** “Beating fiscal dominance. The case of Spain, 1874-1998”. M. D. Gadea, M. Sabaté & R. Escario. University of Zaragoza.
- 2009-01:** “Detecting Intentional Herding: What lies beneath intraday data in the Spanish stock market” Blasco, Natividad, Ferreruela, Sandra (Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza. Spain); Corredor, Pilar (Department of Business Administration. Public University of Navarre, Spain).
- 2009-02:** “What is driving the increasing presence of citizen participation initiatives?”. Ana Yetano, Sonia Royo & Basilio Acerete. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.
- 2009-03:** “Estilos de vida y “reflexividad” en el estudio del consumo: algunas propuestas”. Pablo García Ruiz. Departamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza.

2009-04: “Sources of Productivity Growth and Convergence in ICT Industries: An Intertemporal Non-parametric Frontier Approach”. Carmen López-Pueyo and M^a Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza.

2009-05: “Análisis de los efectos medioambientales en una economía regional: una aplicación para la economía aragonesa”. Mónica Flores García y Alfredo J. Mainar Causapé. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

2009-06: “The relationship between trade openness and public expenditure. The Spanish case, 1960-2000”. M^a Dolores Gadea, Marcela Sabate y Estela Saenz. Department of Applied Economics. School of Economics. University of Economics.

2009-07: “Government solvency or just pseudo-sustainability? A long-run multicointegration approach for Spain”. Regina Escario, María Dolores Gadea, Marcela Sabaté. Applied Economics Department. University of Zaragoza.

2010-01: “Una nueva aproximación a la medición de la producción científica en revistas JCR y su aplicación a las universidades públicas españolas”. José María Gómez-Sancho, María Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza