

Revista Española de Documentación Científica, Vol. 32, No 3 (2009)

Estudios

M.^a Eugenia Espinosa-Calvo, Benjamín Vargas-Quesada, Vicente P. Rosa Guerrero-Bote, Félix de Moya-Anegón. Estudio comparativo de seis dominios científicos nacionales. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 9-28

Fernanda Morillo, Daniela De Filippo. Descentralización de la actividad científica. El papel determinante de las regiones centrales: el caso de Madrid. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 29-50

José Luis Ortega, Isidro F. Aguillo. Análisis estructural de la web académica iberoamericana. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 51-65

Mireia Ribera, Miquel Térmens, Amparo Frías. La accesibilidad de las webs de las universidades españolas. Balance 2001-2006. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 66-88

Juan Carlos Sierra, Gualberto Buena-Casal, María Paz Bermúdez Sánchez, Pablo Santos-Iglesias. Opinión de Profesores Titulares y Catedráticos de Universidad acerca de criterios y estándares para la acreditación del profesorado universitario. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 89-100

Notas y Experiencias

Ricardo Arencibia-Jorge. Nuevos indicadores de rendimiento científico institucional basados en análisis de citas: los índices H sucesivos. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 101-106

Aida Slavic, Maria Inês Cordeiro, Gerhard Riesthuis. El desarrollo de la Clasificación Decimal Universal: 1992-2008 y más allá. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 107-118

Edna Alcázar Farías, Alejandro Lozano Guzmán. Desarrollo histórico de los indicadores de Ciencia y Tecnología, avances en América Latina y México. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 119-126

Noticias

José Luis Ortega. 2.º Seminario Internacional sobre Ranking Universitarios. Vol. 32, No.3 (2009), pp. 127-129

Crítica de libros

Blanca Gil Urdiciain. Manual de indización: Teoría y práctica. Gijón: Trea, 2008.
ISBN 978- 84-9704-367-0 (Gil Leiva, I.). Vol. 32, No.3 (2009), pp. 131-132

ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Estudio comparativo de seis dominios científicos nacionales

M.^a Eugenia Espinosa-Calvo*, Benjamín Vargas-Quesada**,
Vicente P. Rosa Guerrero-Bote*, Félix de Moya-Aneón***

Resumen: En este trabajo se analiza la clase Ciencia de los Materiales presente desde las civilizaciones más antiguas ya que el desarrollo y la evolución de las sociedades siempre han estado íntimamente vinculados a la capacidad que han tenido sus miembros para producir y conformar los materiales necesarios para satisfacer sus necesidades, pero como disciplina se ha establecido de manera muy reciente por la aglomeración de distintas categorías científicas pertenecientes a otras áreas. Por lo que los hábitos de citación y los scientogramas podrían estar relacionados con la tradición y cultura de la ciencia existente en cada país en el año estudiado. Para realizar el estudio hemos utilizado las redes de citación de seis de los países más desarrollados en el año 2002, utilizando una técnica novedosa que las representa gráficamente mediante unos gráficos denominados scientogramas. Esta técnica utiliza la cocitación entre categorías temáticas del JCR para generar la red de categorías que se representa gráficamente. Como resultado hemos obtenido scientogramas que representan las redes de citación de cada uno de los países y muestran la marca de las distintas culturas de cada uno de los países.

Palabras claves: Ciencia de los Materiales, categorías, cocitación, países, scientogramas.

Comparative study of six National Scientific Dominions

Abstract: *This work analyses the area of materials science. Materials science has existed since the earliest civilizations. The development and evolution of societies has been intimately linked to the ability of their members to produce and shape materials to meet their needs. However, materials science has only recently been established as a recognised academic discipline, a consequence of the agglomeration of different areas of science. The citation habits and scientograms associated with this field could therefore be related*

* Universidad de Extremadura, Departamento Información y Comunicación, Scimago Research Group, Spain. Correo-e: guerrero@unex.es.

** Universidad de Granada Facultad de Biblioteconomía y Documentación, Scimago Research Group, Spain.

*** CSIC, CCHS, IPP, Scimago Research Group, Spain.

Recibido: 14-7-08; 2.^a versión: 26-11-08; 3.^a versión: 31-1-09.

to the scientific tradition and culture of each country. In this study, the citation networks of six of the most developed countries in the year 2002 were examined using a new technique that graphically represents these networks as scientograms. The technique makes use of cocitation between topic categories of the JCR to generate a network of categories which is graphically represented. The scientograms obtained, which represent the citation networks of each country examined, reflect the cultures of the different nations studied.

Keywords: *Materials Science, categories, cocitation, countries, scientograms.*

1. Introducción

La posibilidad de realizar un atlas de la ciencia ha sido algo largamente perseguido. El primero que comenzó a hablar de la posibilidad de contar con un atlas de la Ciencia fue Eugene Garfield. Los trabajos de Garfield (1) en torno a la posibilidad de describir y representar gráficamente la ciencia en función de las citas bibliográficas que realizan los científicos se remonta a la década de los 50 y entroncan con los planteamientos teóricos de Derek de Solla Price (2). Pero no fue hasta los años 80 cuando este deseo se hizo realidad y se expusieron las ventajas de contar con una herramienta como era el Atlas, en la que se determinaban los trabajos más citados de cada campo temático, se construía una red de relaciones entre estos trabajos, y a partir de estas relaciones, se establecía el comportamiento de los diferentes subcampos.

Pero el verdadero avance para el diseño de mapas o gráficos de un dominio vino de la mano de Small (3) y Marshakova (4) al proponer de forma independiente la cocitación de documentos como variable de estudio en los análisis de citas de la producción científica. Los mapas de la ciencia, en los que se muestran todas las especialidades de las ciencias naturales, elaborados por Small y Griffith (5) utilizando como fuente de información el Science Citation Index (SCI) y la cocitación como variable de relación, se convierten en un hito fundamental en el desarrollo de la representación de dominios científicos. Aunque lo más importante fue la metodología utilizada por los autores anteriormente citados, ya que identificaban perfectamente los grupos de documentos relacionados intelectualmente, mostrando la prueba de que la ciencia es una red de especialidades interconectadas entre sí, algunas exportadoras y otras importadoras de conocimiento (6), que se pueden contemplar utilizando como base el análisis cuantitativo de la producción escrita.

Pero no es hasta 1990 cuando Katherine McCain (7) define completamente este método en un esquema relativo al Análisis de Cocitación de Autores que es perfectamente generalizable a otras unidades de análisis (8-9). Dicho método supone la aplicación de un gran aparataje estadístico con varios pasos sucesivos, como hallar las correlaciones entre los patrones de cocitación de los distintos elementos, análisis de cluster, análisis factorial y MDS.

Recientemente se está introduciendo una nueva metodología (10), basada en los métodos de análisis de las redes sociales, en las que los autores o instituciones son los nodos y las cocitaciones entre ellos las relaciones o enlaces que unen dichos nodos, pero en ocasiones, tienen un número de enlaces entre nodos tan elevado, que pueden llegar a ser difíciles de entender, por ello se utilizan algoritmos de poda; entre los más utilizados está el de pathfinder (11-12).

Para la representación automática de los grafos existen varios métodos, lo que se ha dado en llamar algoritmos de *layout* (10), siendo los *spring embedders* los más utilizados.

El algoritmo de Kamada-Kawai (13) es un tipo particular de estos algoritmos, que se suele utilizar en las redes sociales asignando una distancia unitaria a cada enlace. El resultado es agradable estéticamente y los tiempos de computación asequibles como para aplicarlo en tiempo real (12).

La aplicación del método compuesto por estos dos algoritmos y la cocitación como medida de similitud ha supuesto un gran avance, puesto que se puede realizar en un solo paso lo que antes requería un conjunto de complejos pasos. Con este método lo que importa no es el lugar en el que se representa los nodos sino los enlaces entre ellos. White en 2003 (14) comparó los resultados con el tradicional método de cocitación de autores resultando similar o incluso más clarificador.

Esta metodología aplicada a las categorías temáticas del JCR da lugar a los ampliamente reconocidos Scientogramas que permiten extraer las relaciones entre disciplinas (15).

El desarrollo y evolución de las sociedades siempre han ido íntimamente ligados a los materiales que han sido capaces de conformar para satisfacer sus necesidades y es por ello por lo que a las primeras civilizaciones las conocemos por el nombre del material que usaban, pero las Ciencias y Tecnologías de los Materiales, tal y como la conocemos hoy es de reciente creación, formando un campo científico multidisciplinar, que incluye elementos de la química y de la física, así como de las ingenierías química, mecánica, civil y eléctrica (16).

Ciencias y Tecnologías de los Materiales, siendo una disciplina relativamente nueva, ha podido surgir de manera diferente en cada país fruto de las distintas concepciones y cultura de la ciencia existente en cada uno de ellos. Nuestra hipótesis es que la historia y la cultura científica en cada dominio debe de haber dejado huella en los hábitos de citación y por tanto en los Scientogramas de los países estudiados en el año 2002 derivados de las bases de datos del ISI, que con sus luces y sus sombras son las que mejor representaban la realidad en ese año.

De esta forma, se han realizado los Scientogramas de algunos de los países más desarrollados como son Japón, EE.UU., Francia, Inglaterra, Alemania y España, que nos pueden dar una pista de las distintas concepciones existentes en los distintos países.

2. Material y método

La base de datos seleccionada para extraer la información y posteriormente realizar los mapas, ha sido ISI-Thomson Scientific ya que, además de contar con un gran reconocimiento internacional, contiene sólo las revistas más prestigiosas de todas las áreas científicas y por tanto, los trabajos científicos de mayor valor. Esto hace que se trate de una de las colecciones de revistas mayoritariamente seleccionadas por los investigadores a la hora de publicar sus trabajos. No obstante, la historia de la bases de datos ISI siempre ha estado muy plagada de críticas relacionadas con el sesgo en la cobertura de las revistas en términos de disciplinabilidad y nacionalidad. Sin embargo, estudios recientes (17) que comparan la cobertura del SCI con la del Ulrich's International Periodicals Directory (U-S&T), demuestran que el conjunto de revistas SCI-JCR presenta un balance equilibrado con respecto al del U-S&T a nivel macro.

Pero hasta el momento, ha sido la base de datos de citas que ha sobresalido por su carácter multidisciplinar e internacional, por lo que la hemos considerado como la fuente de datos apropiada para realizar este tipo de trabajos, ya que las características con las que cuenta (la inclusión de las referencias), hacen que se pueda extraer información para obtener tanto datos bibliométricos como de co-citación.

Otro de los productos de ISI utilizado es el Journal Citation Reports, que además de mostrar indicadores de la visibilidad de las revistas, clasifica las áreas en una serie de categorías temáticas ampliamente reconocidas que son las que se van a representar en los Scientogramas.

Las categorías que se muestran a continuación son las incluidas dentro del área que es objeto de nuestro estudio, Ciencias y Tecnología de los Materiales:

1. Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar
2. Ciencia de los Materiales, Cerámica
3. Ciencia de los Materiales, Biomateriales
4. Ciencia de los Materiales, Caracterización y testado
5. Ciencia de los Materiales, Capas y Películas
6. Ciencia de los Materiales, Compuestos
7. Ciencia de Polímeros
8. Cristalografía
9. Nanociencia y Nanotecnología
10. Metalurgia e Ingeniería Metalúrgica.
11. Ciencia de los Materiales, Textiles.
12. Ciencias de los Materiales, Papel y Madera

A continuación se desarrolla su nombre en inglés, puesto que es de la manera que se ha utilizado para realizar los mapas y posteriormente hacer el análisis de cada uno de ellos.

1. *Materials Science, Multidisciplinary*
2. *Materials Science, Ceramics*
3. *Materials Science, Biomaterials*
4. *Materials Science, Characterization & Testing*
5. *Materials Science, Coatings & Films*
6. *Materials Science, Composites*
7. *Polymer Science*
8. *Crystallography*
9. *Nanoscience and Nanotechnology*
10. *Metallurgy & Metallurgical Engineering*
11. *Materials Science, Textiles*
12. *Materials Science, Paper & Wood*

Materiales Textiles (Materials Science, Textiles) o Materiales Papel y Madera (Materials Science, Paper & Wood), no se consideran como pertenecientes a las Ciencias de los Materiales (16) en otros estudios (18), estas categorías han sido consideradas como pertenecientes a Tecnología Química.

En el año de estudio (2002) EE.UU. suma en las categorías de Ciencias de los Materiales un total 1.595 documentos, lo que representa el 28,52% de la suma de la producción mundial en dichas categorías para el mismo año (5.593 documentos). Japón con 794 documentos, obtiene el 14,20%. Le sigue Alemania con el 11,23%, Francia con el 8,88%, Inglaterra con el 7,16% y España con el 4,46%.

Analizando los trabajos por categorías, se ha obtenido la producción que se presenta en la Tabla I.

Es un hecho aceptado por la comunidad investigadora en el área de la visualización y representación de la información, que la frecuencia con la que dos documentos cualesquiera son citados conjuntamente por otros documentos, representa el grado de afinidad de los mismos (3-4). Esta frecuencia de citación conjunta es la que se conoce como cocitación. De modo que, está ampliamente aceptado que la fuerza o intensidad con la que dos documentos se relacionan, depende del número de veces que éstos son cocitados (5). Esto mismo se puede aplicar a otras unidades de análisis, por ejemplo autores (dos autores son cocitados si se citan conjuntamente alguno de sus artículos por terceros artículos) (7), revistas científicas (cocitadas cuando se citan conjuntamente cualquier par de artículos publicados en ellas) o categorías del JCR (cocitadas cuando se citan conjuntamente cualquier par de artículos publicados en cualquier revista perteneciente a las mismas) (15).

En nuestro caso, para llevar a cabo este estudio, en primer lugar se procede a la selección de los registros correspondientes a cada país, limitando la búsqueda a través de los campos *Publication Year* al año 2002 y *address* a los países estudiados. Así, para EE.UU. se obtuvieron 316.878 documentos, Inglaterra 78.706, Japón 77.378, Alemania 73.606, Francia 53.221 y para España 27.867 documentos. De todos esos documentos se extrajeron las citas, de ellas se categorizaron aqué-

TABLA I
*Producción en las categorías de Ciencias de los Materiales
 de los países estudiados (año 2002)*

Categorías	USA	Japón	Alemania	Francia	Inglaterra	España
Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar	484	265	244	212	119	95
Ciencia de los Materiales, Cerámica	75	26	26	19	15	18
Ciencia de los Materiales, Biomateriales	39	32	26	14	30	6
Ciencia de los Materiales, Caracterización y testado	75	5	2	3	8	2
Ciencia de los Materiales, Capas y Películas	115	52	37	27	17	9
Ciencia de los Materiales, Compuestos	404	12	9	13	21	6
Ciencia de Polímeros	195	11	25	32	16	5
Cristalografía	7	175	31	21	7	8
Nanociencia y Nanotecnología	54	36	31	21	14	10
Metalurgia e Ingeniería Metalurgica	94	73	56	56	22	15
Ciencia de los Materiales, Textiles	13	4	10	1	4	2
Ciencias de los Materiales, Papel y Madera	40	103	23	20	6	2

llas que iban dirigidas hacia trabajos publicados en revistas contenidas en el JCR, y a partir de ahí se contaron las cocitas entre cada pareja de categorías del JCR. Esto hace que el número de cocitas entre cada pareja de categorías sea muy elevado, haciendo prácticamente nula la significación estadística de posibles errores derivados de malas categorizaciones de revistas por parte del ISI o la publicación en una revista de trabajos que no corresponden a la categoría. La categoría «Multidisciplinar» no se ha tenido en cuenta.

En el caso de la cocitación de categorías, al incluir éstas un gran número de revistas que a su vez continene un gran número de documentos que pueden ser cocitados, presentan relaciones muy complejas, difíciles de interpretar a simple vista, ya que existen relaciones entre prácticamente cualquier par de categorías. Por esta razón se ha aplicado el Algoritmo de Pathfinder (PFENT) que simplifica las relaciones menos importantes. Este algoritmo está basado en la distancia de Minkowsky (utilizada para calcular la distancia entre dos puntos a través de varios enlaces) y la desigualdad triangular (que indica que uno de los lados de un triángulo nunca puede ser mayor que la suma de los otros dos). Este algoritmo elimina los enlaces que dan lugar a un camino entre dos nodos peor que otro camino que pase por terceros por considerarlos nodos relevantes. La poda rea-

lizada por este algoritmo ha dado un tipo de redes denominadas redes Pathfinder o PFNETs.

Para representar gráficamente las redes, se tienen que asignar coordenadas a los nodos, de modo que el dibujo global sea interpretable visualmente. Los algoritmos que mejor resultado visual obtienen son los denominados *spring embedders* (19). Las dos principales extensiones a los algoritmos propuestos por Eades han sido desarrolladas por Kamada y Kawai (13) y Fruchterman y Reingold (20).

Al igual que la mayor parte de la comunidad científica, nosotros nos hemos decantado por el algoritmo de Kamada-Kawai para representar nuestras redes. El motivo de esta elección se debe a su comportamiento ante los mínimos locales, el intento de minimizar las diferencias con las distancias teóricas en todo el gráfico, los buenos tiempos de computación, o que subsume el escalamiento multidimensional. Como indican tanto Cohen (21) como Krempel (22), el algoritmo de Kamada-Kawai utiliza un criterio (energía) similar al del escalamiento multidimensional (stress) como medida de la adaptación a las distancias teóricas.

Este algoritmo se basa en simular un sistema físico formado por anillos (los nodos) y muelles (los enlaces), de modo que se hace evolucionar el sistema en el sentido de disminuir la energía acumulada por los muelles. Algorítmicamente, para evitar problemas de computación, se calcula la evolución de cada nodo por separado, en lugar de todo el conjunto. Es decir, es como si fijáramos todos los nodos salvo aquel que más energía acumula, dejándolo evolucionar hasta que la energía acumulada sea menor que un determinado límite. Después se vuelve a escoger el nodo que acumula más energía, se le hace evolucionar, y así sucesivamente. El proceso termina cuando no hay ningún nodo que acumule una energía superior al límite.

En la representación final, tenemos como resultados los Scientogramas (15), en los que se dibujan esferas que se corresponden con cada una de las categorías del JCR que están representadas, a las que se les da un tamaño variable que es directamente proporcional a la cantidad de documentos que aglutina. Las líneas que conectan las distintas esferas (también de distintos grosores), representan las cocitaciones de categorías más relevantes, no eliminadas por el algoritmo de poda.

Para interpretar cada uno de los Scientogramas utilizados, se identifica cómo se encuentra la Ciencia de los Materiales en cada uno de los mapas realizados, observando también cómo se relacionan las categorías de la clase entre sí. Asimismo se descubre la relación de las categorías de Ciencia de los Materiales con otras que no pertenecen a ella, y por último se investiga el papel de Ciencia de los Materiales como integradora de otras áreas de conocimiento en el esquema de la ciencia de cada dominio (23).

La estructura de Ciencia de los Materiales se representa a partir de las relaciones que tienen cada una de las categorías que forman la disciplina. Dichas relaciones proporcionan la información de cocitación que existe entre cada una de ellas y por tanto, la unión entre dichas categorías.

Las categorías de Ciencia de los Materiales pueden estar conectadas a otras disciplinas; esto significa que algunas de las categorías han surgido a partir de otras disciplinas.

También puede haber categorías conectadas a la disciplina que no pertenecen a ella; esto puede ofrecer información de lo técnico o teórico que pueden llegar a ser los países en cuanto a la disciplina se refiere.

Para poner en relación lo observado en los mapas con la realidad hemos contado con el asesoramiento de un reputado investigador de Ciencias de los Materiales que nos ha ayudado a descifrar algunas de las relaciones detectadas en los Scientogramas.

3. Resultados

En este apartado, en primer lugar, se analizan individualmente los Scientogramas de los países que se van a estudiar en relación a las categorías de Ciencias de los Materiales, y seguidamente se discutirán los aspectos más relevantes que se hayan observado de manera conjunta.

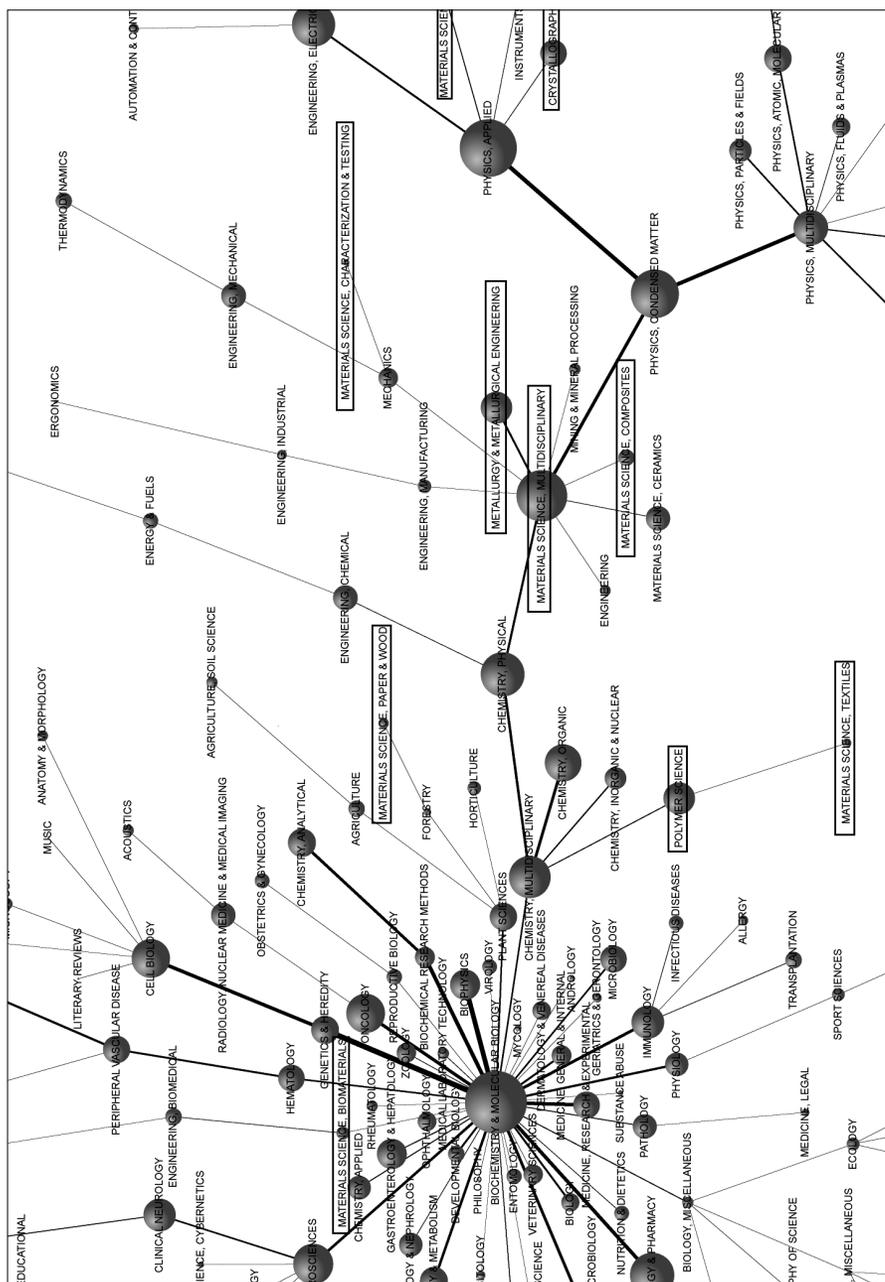
3.1. Scientogramas de los países

3.1.1. Japón

En el Scientograma de Japón, podemos observar cómo Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar pende de «Chemistry». Se conecta con la zona central del mapa «Biochemistry & Molecular Biology» a través de la ruta de conexión, «Chemistry», «Physical» y «Chemistry Multidisciplinary». También tenemos que decir que forma parte de la columna vertebral ya que a través de «Physics, Condensed Matter» se enlaza gran parte de la Física y de las Ingenierías entre otras (véase la Figura 1).

Las categorías específicas de Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar que cuelgan directamente de ella son: «Metallurgy & Metallurgical Engineering», «Materials Science, Composites» y «Materials Science, Ceramics». Por otra parte existen especialidades distintas que también se conectan a ella, como «Engineering», «Mining & Mineral Processing», «Engineering, Manufacturing», «Mechanics» y «Physics, Condensed Matter». Esta última relación provoca la conexión con la Física. La presencia de las Ingenierías conectadas a través de las Ciencias de los Materiales, Multidisciplinar puede indicar el carácter aplicado que tiene esta disciplina en Japón. Las demás categorías de Ciencia de los Materiales que están conectadas a otras disciplinas son: «Polymer Science» que pende de «Chemistry Multidisciplinary» siendo ésta una de las categorías que conecta a Ciencia de los Materiales con el área central del mapa. «Materials Science, Textiles» se conecta a «Polymer Science» formando así conexión dos categorías de la disciplina. «Materials Scien-

FIGURA 1
Japón



ce, Paper & Wood» se conecta con «Forestry», «Materials Science, Coatings & Films» y «Crystallography» pende de «Physics Applied», «Materials Science, Biomaterials», cuelga de «Biochemistry & Molecular Biology» y «Materials Science, Characterization & Testing» se conecta con «Mechanics», que a su vez se conecta directamente con Ciencia de los Materiales.

3.1.2. Francia

La disciplina en Francia, al igual que en Japón, pende de «Chemistry», conectándose con la zona central del mapa a través de las mismas categorías, «Chemistry, Physical» y «Chemistry Multidisciplinary». Igual que sucede en el caso de Japón, se encuentra dentro del eje principal, y a través de «Physics, Condensed Matter» se conectan la mayor parte de las categorías de Físicas, Matemáticas, Ingenierías, etc. (véase la Figura 2).

«Materials Science, Ceramics», «Materials Science, Composites», «Metallurgy & Metallurgical Engineering» y «Materials Science, Characterization & Testing» son las categorías específicas de Ciencia de los Materiales que se conectan con la categoría multidisciplinar de Ciencia de los Materiales. «Crystallography» pende de «Chemistry Multidisciplinary». «Materials Science, Paper & Wood» se conecta con «Forestry», «Materials Science, Textiles» se relaciona con «Materials Science, Paper & Wood» (estas dos relaciones no pueden apreciarse en la figura por encontrarse a la izquierda de la zona mostrada). «Materials Science, Coating & Films» pende de «Physics Applied», «Materials Science, Biomaterials» cuelga de «Engineering, Biomedical» y «Polymer Science» pende de «Chemistry Physical».

Otras categorías distintas a las de Ciencia de los Materiales que se conectan directamente a ella son «Construction & Building technology», «Mining & Mineral Processing» y «Physics, Condensed Matter» que al igual que en Japón provoca la conexión con la Física.

3.1.3. Estados Unidos

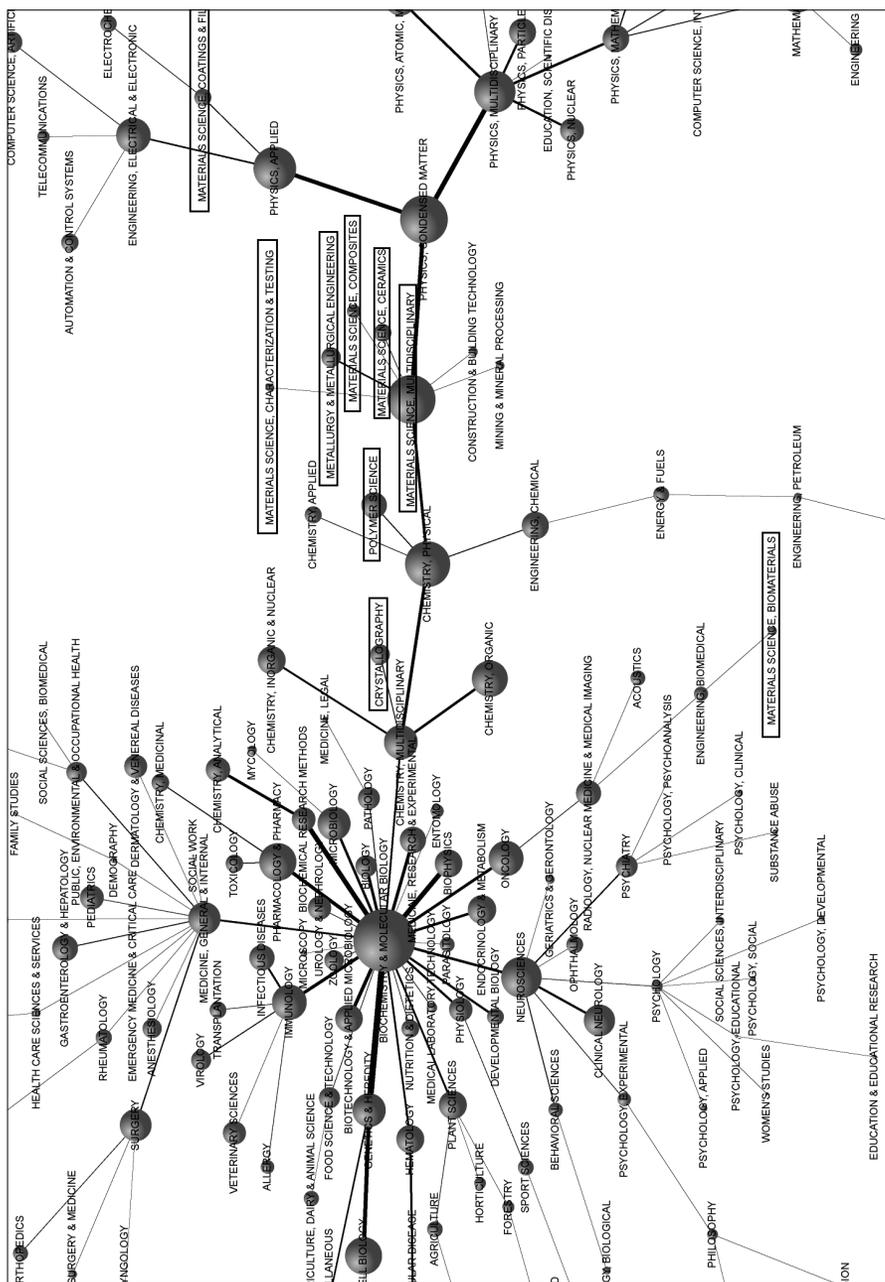
A diferencia de Francia y Japón, en EE.UU. la ruta de conexión con la zona central del mapa es más larga conectándose a través de «Physics, Condensed Matter», «Physics, Multidisciplinary», «Physics, Atomic», «Molecular & Chemical, Chemistry», «Physical» y «Chemistry, Multidisciplinary» (véase la Figura 3). En este caso el grado de intermediación es mínimo, puesto que se tratan de categorías terminales a través de las cuales no se conectan otras disciplinas.

Las categorías específicas de Ciencia de los Materiales que se conectan a ella son las mismas que observamos en el Scientograma de Francia.

Otras especialidades distintas que se conectan a la disciplina son «Mechanics» y «Mining & Mineral Processing».

Las demás categorías de Ciencia de los Materiales que cuelgan de otras especialidades son: «Crystallography» se conecta con la zona central del mapa «Biochemistry & Molecular Biology», «Materials Science, Paper & Wood» pende de

FIGURA 2
Francia



«Forestry» (esta última conexión no se puede apreciar por estar a la izquierda de la zona expuesta en la figura). «Materials Science, Coatings & Films» se conecta a «Physics Applied», «Polymer Science» cuelga de «Chemistry, Multidisciplinary», «Materials Science, Textiles» se conecta con «Chemistry Applied» y «Materials Science, Biomaterials» pende de «Engineering, Biomedical».

Igual que en el caso de Francia, el Scientograma puede denotar la existencia de un definido marco teórico, que sin embargo no está igual de interrelacionado como en los países anteriores con otras disciplinas.

3.1.4. Alemania

En Alemania, Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar presenta un modelo similar al de EE.UU. en la forma de conectarse con el área central del mapa aunque podemos observar que la cocitación entre las disciplinas no es tan fuerte. El grado de intermediación es también escaso, puesto que no existen otras disciplinas que se conecte a través de ellas (véase la Figura 4).

Las categorías de Ciencia de los Materiales conectadas a ella son «Metallurgy & Metallurgical Engineering», «Materials Science, Ceramics» y «Materials Science, Composites».

«Mechanics», «Construction & Building Technology», «Mining & Mineral Processing», «Engineering», e «Engineering, Manufacturing» son otras especialidades distintas que penden de Ciencia de los Materiales. «Materials Science, Paper & Wood» pende de «Forestry» (aunque no se aprecia por encontrarse en la zona inferior izquierda de la zona expuesta en la figura). «Materials Science, Coatings & Films» se conecta con «Physics Applied», «Materials Science, Biomaterials» pende de «Engineering, Biomedical», «Polymer Science» de «Chemistry, Physical», «Materials Science, Characterization & Testing» pende de «Engineering, Manufacturing» y «Crystallography» de «Chemistry, Multidisciplinary», siendo éstas las categorías de Ciencia de los Materiales que se conectan a otras disciplinas.

3.1.5. Inglaterra

Ciencia de los Materiales en Inglaterra, al igual que en EE.UU. y Alemania presenta un esquema similar, tanto en cuanto a las disciplinas a través de las que se conecta como en cuanto al carácter terminal de la misma (véase la Figura 5).

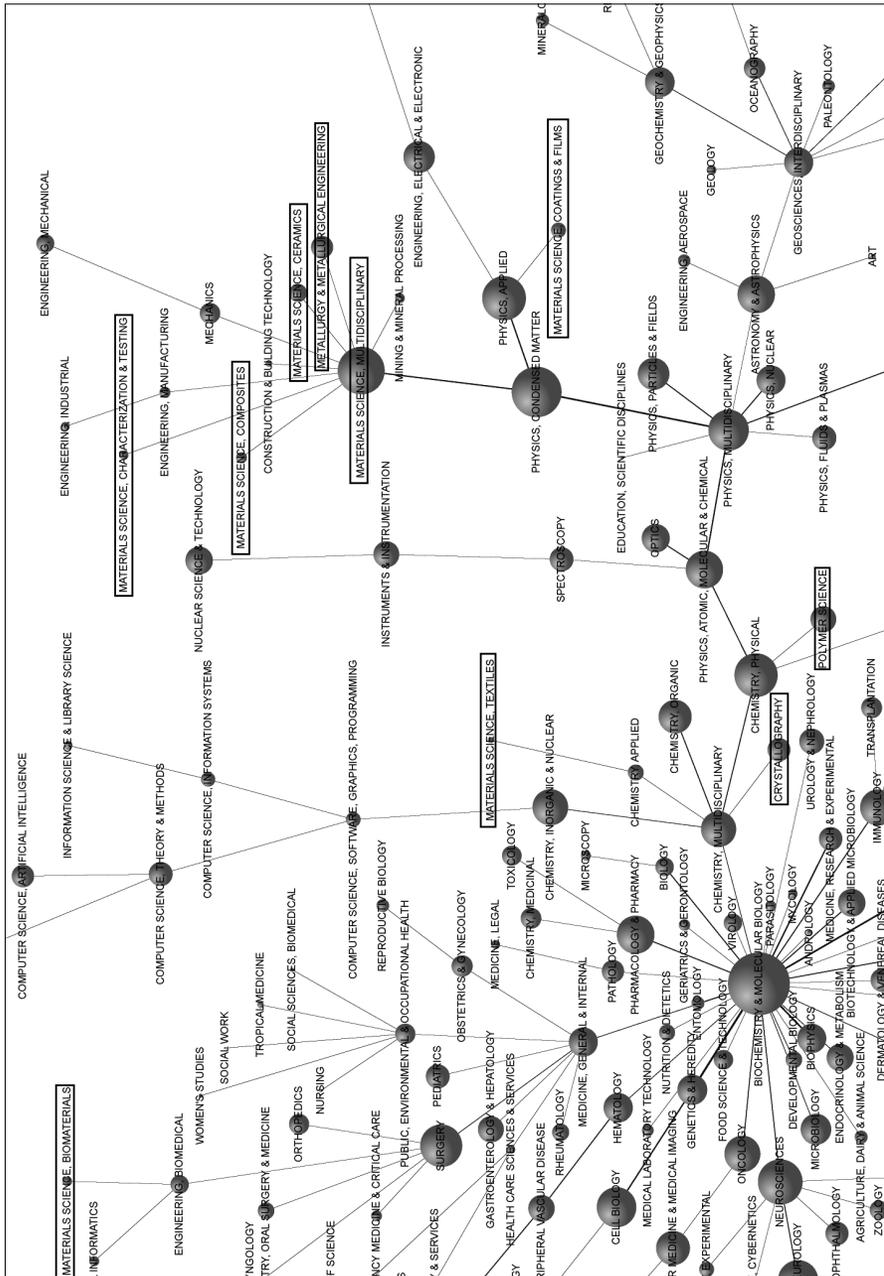
Las categorías específicas conectadas a la disciplina son «Materials Science, Ceramics», «Polymer Science», «Materials Science, Composites» y «Metallurgy & Metallurgical Engineering».

A diferencia de los países anteriores, en este mapa se encuentra «Polymer Science» conectada directamente a la disciplina.

«Mining & Mineral Processing» también cuelga de Ciencia de los Materiales no siendo ésta una categoría de la disciplina.

Las demás categorías de la disciplina se conectan a las mismas especialidades que en los países anteriores.

FIGURA 4
Alemania



3.1.6. España

España presenta el mismo esquema de conexión que EE.UU., Alemania e Inglaterra, en cuanto a las categorías a través de las que se conecta y al carácter terminal de la misma (véase la Figura 6).

Las categorías de Ciencia de los Materiales que se conectan con ella son «Materials Science, Coatings & Films», «Metallurgy & Metallurgical Engineering», «Materials Science, Ceramics», «Materials Science, Composites».

Otra categoría distinta de la disciplina que pende de ella es «Constructions & Building Technology».

Las demás categorías de Ciencia de los Materiales que se conectan con otras disciplinas son «Materials Science, Textiles» que pende de «Chemistry Applied» aunque tampoco se aprecia en el mapa. «Materials Science, Paper & Wood» de «Forestry». De «Chemistry, Physical» pende «Polymer Science» y a ésta se conectan «Materials Science, Biomaterials» y «Materials Science, Characterization & Testing», siendo esta conexión llamativa ya que en ninguno de los países hemos observado que más de una categoría específica de Ciencia de los Materiales estén conectadas unas a otras.

3.2. Análisis comparativo de los Scientogramas nacionales

En cuanto al conexionado a la parte central del Scientograma y al grado de intermediación, podemos decir que los países estudiados se dividen en dos clases. Por un lado aquéllos en los que la disciplina está dentro de la columna vertebral (Japón y Francia) y aquéllos en los que la disciplina está en una posición terminal (el resto). Esto significa, que el desarrollo comparativo alcanzado en estos países es superior al de las otras disciplinas, y también que sus desarrollos se relacionan mucho con otras disciplinas. De este modo, en estos países ha pasado a ocupar un papel más central. En muchos sentidos existen importantes lazos entre Ciencias de los Materiales y Física de la Materia Condensada, la principal diferencia viene de que en la primera se trabaja a un nivel más microscópico, es decir, estudiando las propiedades del material en función de las partículas que lo forman, en lugar de estudiarlo macroscópicamente, por esta razón la primera suele colgar de la segunda. Sin embargo, en Japón y Francia el desarrollo adquirido hace que se sitúe entre la Física de la Materia Condensada y la Química.

En cuanto al carácter aplicado de la disciplina, existen conexiones con las Ingenierías y con las Tecnologías de la Construcción. Existen dos casos en que las Ingenierías se conectan a las Ciencias de los Materiales que son Japón y Alemania, lo que puede indicar el carácter de aplicación a la industria tecnológica de la disciplina. En el caso de las Tecnologías de la Construcción, existen tres países en los que aparece dicha conexión que son Francia, Alemania y España, lo que puede también indicar el carácter aplicado a la construcción de la disciplina. En el caso de España pone de manifiesto la gran industria cerámica existente.

Otras categorías que se conectan son «Mining & Mineral Processing», en todos los países salvo España; este enlace puede reflejar el origen de la disciplina a través de la Metalurgia y el proceso de los Minerales. De hecho, en la primera parte del siglo xx las universidades tenían departamentos de metalurgia, y quizá de cerámica, pero al comenzar a desarrollarse rápidamente los polímeros tras la II Guerra Mundial en lugar de crearse nuevos departamentos se incluyeron en los de Metalurgia dando lugar a los departamentos de Ciencias de los Materiales (16).

También está presente la categoría de Mecánica en Estados Unidos y Alemania, lo que puede indicar un campo de aplicación de la disciplina en esos países.

En todos los países nos encontramos con tres de las categorías específicas de Ciencias de los Materiales conectadas directamente a ella que son «Metalurgia e Ingeniería Metalúrgica», «Ciencia de los Materiales, Compuestos» y Ciencia de los Materiales, Cerámica». Pero en Francia y EE.UU. también se conecta a la disciplina «Ciencia de los Materiales, Caracterización y Testado», que puede ser indicativo de un carácter más teórico de la disciplina en estos países. España es el único país donde aparece conectado «Materials Science, Coating & Films» y en Inglaterra «Polymer Science». Esto último, dado el empleo que tienen los polímeros en el diseño de la industria, puede indicar la aplicación práctica existente en este país.

«Materials Science, Paper & Wood» es la única categoría en la que coinciden todos los países, conectándola a «Forestry».

«Materials Science, Coating & Films» se conecta a Física Aplicada en todos los países excepto en España que lo hace a la disciplina estudiada y «Materials Science, Biomaterials» se conecta a «Engineering, Biomedical» en Francia, EE.UU., Alemania, Inglaterra y España, excepto en Japón que cuelga de la esfera central del mapa, conectándose con la Bioquímica.

La categoría «Materials Science, Textiles» se conecta a Química Aplicada en Alemania, Inglaterra y España. En Francia forma conexión con «Materials Science, Paper & Wood» y en Japón con «Polymer Science».

No aparece todavía mención a la nanotecnología y la nanociencia, lo que parece relativamente lógico debido a que los Scientogramas realizados son del año 2002 y se necesita que la disciplina esté bastante asentada, ya que se basan en citas de documentos recientes a documentos anteriores.

4. Conclusiones

Después de analizar cada uno de los Scientogramas y haber realizado una comparativa entre cada uno de ellos, las conclusiones que se extraen son:

1. Existen dos modelos de conexionado, el seguido por Francia y Japón y por otro lado el del resto. En el primero se observa un mayor papel de la disciplina en el conjunto de la ciencia.

2. Las disciplinas de Ingenierías que se conectan a Ciencias de los Materiales en Japón y Alemania sugieren un enfoque aplicado hacia aspectos tecnológicos.
3. La conexión de la categoría de Caracterización y Testado en EE.UU. y Francia sugieren una sólida base teórica en estos países.
4. El conexionado a la categoría de Tecnologías de la Construcción en Alemania, Francia y España, indica también un enfoque aplicado en estos países hacia la construcción.
5. Igualmente, hacia los polímeros en Reino Unido.
6. Las especialidades de Papel y Madera por un lado, Textiles por otro y Biomateriales por otro, muestran una escasa relación con el resto de la disciplina, relacionadas principalmente con Forestry, Química e Ingeniería Biomédica respectivamente.
7. No aparece todavía en los mapas menciones a la Nanociencia y Nanotecnología.

Y como conclusión metodológica principal, podemos decir que parece probado que las distintas concepciones existentes en los distintos dominios dejan su marca mediante la citación de los documentos publicados y ésta se muestra en los distintos Scientogramas.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Extremadura-Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación y el Fondo Social Europeo, como parte del proyecto de investigación PRJ06A200.

Se agradece al Dr. Fernando Giberteau Cabanillas, Catedrático de la Universidad de Extremadura y profesor del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, la ayuda en la interpretación de los mapas.

6. Bibliografía

1. Garfield, E. Citation indexes for science. *Science*, n.º 122, pp. 108-111, 1955.
2. Price, D. S. Big Science, Little Science. Columbia University Press, New York, 1963.
3. Small, H. Cocitation in the scientific literature a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 1973, vol. 24, n.º 4, pp. 265-69.
4. Marshakova, V. System of document connections based on references. *Nauchno-Tekhnicheskaya Informatsiya: Series II*, 1973, vol. 6, pp. 3-8.
5. Small, H.; Griffith, B. C. The structure of scientific literatures I: identifying and graphing specialities. *Science Studies*, 1974, vol. 4, pp. 17-40.

6. Guerrero-Bote, V. P.; Zapico-Alonso, F.; Espinosa-Calvo, M. E.; Gómez Crisóstomo, R.; Moya-Anegón F. Import-export of knowledge between scientific subject categories: the iceberg hypothesis. *Scientometrics*, 2007, 71 (3), pp. 423-441.
7. McCain, K. W. Mapping Authors in Intellectual Space: A Technical Overview *Journal of the American Society for Information Science*, 1990, 41 (6), pp. 433-443.
8. Guerrero-Bote, V. P.; Reyes-Barragán, M. J.; Moya-Anegón, F.; Herrero-Solana, V. Methods for the analysis of the uses of scientific information: The case of the University of Extremadura (1996-1997). *LIBRI*, 2002, 52 (2), pp. 99-109.
9. Faba-Pérez, C.; Guerrero-Bote, V. P.; Moya-Anegón, F. Data mining in a closed Web environment. *Scientometrics*, 2003, 58 (3), pp. 623-640.
10. Börner, K.; Chen, C.; Boyack, K. W. Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, 2003, pp. 179-255.
11. Schvaneveldt, R. W. Pathfinder Associative Networks. Norwood, NJ: Ablex, 1990.
12. Guerrero-Bote, V. P.; Zapico-Alonso, F.; Espinosa Calvo, M. E.; Gómez-Crisotómo, R.; Moya Anegón, F. Binay Pathfinder: an improvement of the Pathfinder Algorithm. *Information Processing & Management*, 2006, 42 (6), pp. 1484-90.
13. Kamada, T.; Kawai, S. An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, 1989, 31, pp. 7-15.
14. White, H. D. Pathfinder networks and author cocitation analysis: a remapping of paradigmatic information scientists. *Journal of the American Society for Information Science*, 2003, 54 (5), pp. 423-434.
15. Moya Anegón, F.; Vargas-Quesada, B.; Herrero-Solana, V.; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Corera-Álvarez, E.; Muñoz-Fernández, F. J. A new technique for building maps of large scientific domains on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 2004, 61 (1), pp. 129-145.
16. Wikipedia. Materias Science. http://en.wikipedia.org/wiki/Materials_science, consultado 24-11-2007.
17. Braun, T.; Glanzel, W.; Schubert, A. How balanced is the Science Citation Index's journal coverage? a preliminary overview of macrolevel statistical data. En: Cronin, B.; Atkins, H. (editores). *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield*. Medford: ASIS, 2000.
18. Moya-Anegón, F.; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Corera-Álvarez, E.; Herrero-Solana, V.; Muñoz-Fernández, F. J. Vargas-Quesada, B. Indicadores bibliométricos de la actividad científica española-2004. FECYT. Madrid, 2005.
19. Eades, P. A Heuristic for Graph Drawing. *Congressus Numerantium* 42, pp. 149-160, 1984.
20. Fruchterman, T.; Reingold, E. Graph Drawing by Force-Directed Placement. *Software. Practice and Experience*, 1991, 21, pp. 1129-1164.
21. Cohen, J. Drawing Graphs to Convey Proximity: An Incremental Arrangement Method. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 1997, 4: pp. 197-229.
22. Krempel, L. Visualizing Networks with Spring Embedders: Two-mode and Valued Graphs. International Sunbelt Social Network Conference. Charleston, SC, 1999.
23. García Martínez, A. T.; Guerrero-Bote, V. P.; Vargas-Quesada, B.; Moya-Anegón, F. La Psicología en el dominio científico español a través de la cocitación de categorías del Journal Citation Report (JCR) 1990-2005. *Psicothema*, 2008, 20 (3), pp. 465-447.

Descentralización de la actividad científica. El papel determinante de las regiones centrales: el caso de Madrid

Fernanda Morillo* y Daniela De Filippo*

Resumen: En los últimos años se ha advertido una tendencia creciente a la descentralización regional en la producción científica de España, ya que Madrid está perdiendo gradualmente su papel dominante. Para analizar este proceso, en el presente estudio se plantean una serie de interrogantes como: ¿cuáles son las regiones que más aumentan su producción científica?, ¿qué importancia tiene la cooperación con Madrid en este crecimiento? Se estudia también si la colaboración con Madrid contribuye a mejorar el impacto y la visibilidad de las publicaciones. Para dar respuesta a estas cuestiones se analiza la producción española a través de las bases de datos internacionales del Web of Science (período 2001-2005). Los principales resultados obtenidos muestran que las regiones que más aumentaron su producción fueron la Comunidad Valenciana y Andalucía pero, proporcionalmente, el crecimiento más excepcional lo experimentó Castilla-La Mancha. Aunque la colaboración con Madrid es muy significativa, Cataluña también es un importante centro de atracción. Sin embargo, se ha detectado que la cooperación con Madrid mejora el impacto y la visibilidad especialmente en Medicina Clínica y que sigue siendo un polo importante de desarrollo científico cuyo apoyo a las regiones más pequeñas resulta fundamental.

Palabras clave: Web of Science, colaboración regional, Madrid, análisis de redes.

Decentralization of scientific activity. The major role of central regions: the case of Madrid

Abstract: *In recent years there has been an increasing trend towards the decentralization of Spanish scientific production, with Madrid gradually losing its dominant role. To examine this process, the present study raises a series of questions, such as which regions are most increasing their scientific output?, and what is the importance of cooperation with Madrid in this growth? Whether collaboration with Madrid contributes towards improving the impact and visibility of publications is also examined. To answer these questions, Spanish scientific production was analysed using the Web of Science international databases (period 2001-2005). The results show that the Valencia and Andalusia regions are those which have most increased their scientific production, but proportionally the most exceptional growth was achieved in Castilla-La Mancha. Although collaboration with Madrid is very significant, Catalonia is also an important region in this respect. However, cooperation with Madrid especially improved the impact*

* IEDCYT (CCHS), CSIC. Correo-e: fernanda.morillo@cchs.csic.es, daniela.defilippo@cchs.csic.es.
Recibido: 15-10-08; 2.ª versión: 24-3-09.

and visibility of publications in the area of clinical medicine, and this region continues to be an important centre of scientific development, the support of which is vital to the growth of output in the smallest regions of Spain.

Keywords: *Web of Science, regional collaboration, Madrid, network analysis*

1. Introducción

Una característica importante del quehacer científico es la tendencia creciente al trabajo en grupo. La colaboración puede ocurrir entre instituciones, disciplinas, sectores, regiones o países. Si bien se ha debatido mucho sobre los beneficios de la colaboración, su estudio resulta de plena actualidad debido al importante papel que juega en la actividad científica. Autores como Beaver (2001), han profundizado en el estudio de las razones que llevan a cooperar y acentúan la importancia de los factores económicos (los altos costes de instrumentos y equipo en ciertas áreas hacen la cooperación necesaria) y políticos (ayuda a la investigación y la colaboración científica por parte de gobiernos y organismos regionales o internacionales). La motivación para cooperar se ve influida por las metas de aquéllos que proporcionan la financiación, la necesidad de tener acceso al conocimiento o a los equipos, o las oportunidades que favorecen el trabajo conjunto (p. ej., proximidad geográfica).

La colaboración científica aumenta el número de contactos entre investigadores y puede realzar la visibilidad potencial de una publicación. En este sentido, diferentes estudios han mostrado los beneficios de la colaboración en función del impacto y la visibilidad que pueden alcanzar las publicaciones (Moed, 2000) y han detectado una posible relación entre la colaboración internacional y el aumento de la calidad de estas publicaciones (Van Raan, 1998). Sin embargo, como explica Glänzel (2001), la influencia de la colaboración internacional en el impacto de las publicaciones de un país puede variar considerablemente entre diferentes países y campos temáticos. Un claro ejemplo lo constituyen los datos aportados por un estudio reciente (Gómez y otros, 2009) en el que se analiza la cooperación de los países Latinoamericanos con los europeos. En él se advierte que la influencia de la UE produce un incremento de la visibilidad (en cuanto al número de citas recibidas) entre 2 y 3 veces mayor que la producción doméstica, en todas las áreas. Se ha detectado que las áreas más beneficiadas son especialmente Física y Medicina Clínica. Este diferente impacto de la colaboración en cada área temática podría explicar, tal como menciona Wagner (2005), por qué la estructura de las redes de colaboración establecidas y sus tipologías están tan ligadas a los campos implicados.

A pesar del gran impacto que parece tener la colaboración, autores como Godin e Ippersiel (1996) argumentan que todavía sabemos muy poco sobre formas de colaboración científica como la regional. Esta carencia de estudios bibliométricos regionales (aparte de los de la Unión Europea) es asombrosa a la luz

de la importancia de esta dimensión en políticas de ciencia y tecnología. Los autores detectaron que la colaboración regional es muy limitada debido, quizás, a la creciente internacionalización de la ciencia y al «prestigio» científico que parece aportar la colaboración con instituciones de otros países. La mayor razón para cooperar puede darse, además de por la proximidad geográfica o lingüística, por el pequeño tamaño del grupo o institución productora. Esto se evidencia en su estudio sobre la producción científica en Canadá. En él los autores demuestran que las regiones periféricas tienen el mayor aumento de documentos a lo largo de los años y el centro (en su caso, Montreal) es en gran parte autónomo, presentando menos colaboración con otras regiones que la que proporcionalmente tienen las demás con él.

Esta noción de centro y periferia, en términos de producción científica, es la que lleva —según se aprecia en el estudio de Schubert y Glänzel (2006)— a presentar a países como EE.UU. como «centro» científico. Esto se debe al papel destacado que juega en la productividad internacional y a la preferencia universal que los otros países muestran hacia él al elegirlo como principal colaborador.

En España, algo similar parece ocurrir con Madrid, que se presenta como un importante centro de atracción. Sin embargo, en los últimos años se ha detectado que otras regiones están aumentando su participación en la producción española, mientras que la de Madrid está disminuyendo (Gómez y otros, 2007) de una manera similar a lo que sucede con EE.UU. respecto de la producción mundial (Leydesdorff y Wagner, 2006). Esto —en el caso español— podría deberse a la creación de nuevos centros en otras regiones y a una tendencia a una distribución más homogénea de la producción científica del país.

En este trabajo se quiere conocer la importancia de regiones centrales como Madrid para el desarrollo de la actividad científica del resto de las regiones. Para ello se intentará dar respuesta a algunos de los siguientes interrogantes:

- ¿Qué regiones son las que más crecen?
- ¿Es Madrid responsable del incremento de las regiones más destacadas?

Para estudiar si Madrid tiene efecto también en el impacto y la visibilidad de otras regiones, se plantean otras dudas:

- ¿La colaboración con Madrid aumenta el impacto y la visibilidad de estas otras regiones por áreas y disciplinas?
- ¿El mayor impacto se relaciona, además, con una mayor colaboración internacional?

Finalmente, se estudia también en qué medida el análisis de redes sociales se presenta como una herramienta óptima para visualizar las complejas relaciones entre comunidades y reflejar los efectos que la colaboración con Madrid tiene por áreas y disciplinas.

2. Metodología

Los resultados de la investigación española se analizan a través de las bases de datos internacionales Web of Science (WoS) de Thomson-Reuter (SCI, SSCI y A&HCI) en el período 2001-2005. Se seleccionan estas bases de datos ya que son una de las principales vías de difusión utilizadas por los investigadores españoles. Asimismo, dado que estas fuentes aportan información sobre los centros de investigación de todos los autores firmantes, es posible analizar la influencia de la colaboración. Todo el estudio que se presenta a continuación se centra en el quinquenio mencionado pero, para disponer de una serie temporal más amplia al analizar la evolución de las regiones españolas (Tabla I en los resultados), se ha contado con datos de los años 1996-2000 obtenidos de las bases de datos en formato CD-ROM. Aunque se trata de una fuente distinta, las pruebas estadísticas muestran correlación con los datos WoS y, por ello, resulta apta para presentar la evolución de la producción internacional en la última década.

Si bien existen diferentes métodos para la asignación de documentos, se ha optado por el recuento total, ya que permite conocer la participación real de un centro o región, mientras que el recuento fraccionado hace referencia a la aportación y penaliza la colaboración. Asimismo, mediante pruebas estadísticas se detectó correlación entre ambos métodos de recuento.

Una vez tratados los datos, se obtuvieron los siguientes indicadores:

- *Indicadores de actividad*: evolución anual del número de documentos de cada región y número total de publicaciones por áreas y disciplinas. Para esto, se ha seguido la clasificación disciplinar que hace WoS de las revistas y se han agrupado en grandes áreas a partir de criterios similares a los del Current Contents. En este caso se ha excluido el área de Humanidades (por carecer sus revistas de factor de impacto) y las categorías multidisciplinares. Se considera también la colaboración que se produce entre las distintas regiones.
- *Indicadores de citación e impacto*: se ha obtenido el número de citas por documento y se han calculado también las citas relativas (*CR*) comparando los valores de cada región con los del promedio de España. En este caso la ventana de citación empleada va desde la fecha de publicación del documento hasta el año 2006. Utilizando el factor de impacto del 2005 se ha calculado el factor de impacto medio de cada área y/o región y el factor de impacto relativo (*FIR*) a la media del país.

Para el cálculo de las correlaciones estadísticas se ha utilizado el software 15.0 de SPSS. Para mostrar los resultados se emplearon los programas de Pajek y UCINET (Borgatti y otros, 2002). El primero se utiliza para visualizar las redes, que representan las relaciones entre nodos y son muy útiles para describir la estructura subyacente entre los diferentes actores (Batagelj y Mrvar, 2002). UCINET

permite calcular una serie de indicadores como la densidad, que es un indicador del nivel general de conexión del gráfico. También se pueden obtener medidas de centralidad como: grado de centralidad (*degree centrality*), cercanía (*closeness*) e intermediación (*betweenness*). El grado de centralidad de un nodo se define como el número de enlaces que tiene. La cercanía de un nodo es igual a la distancia total (en el gráfico) de este nodo respecto al resto de nodos. Finalmente, la intermediación es el número de trayectorias más cortas que pasan por un nodo dado. Esta medida calibra hasta qué punto un nodo facilita el flujo en la red. Además, cada medida de centralidad individual se puede utilizar para derivar una medida de centralidad para la red entera (Otte y Rousseau, 2002). Estos indicadores han sido utilizados para calcular las posiciones e importancia de los diferentes nodos en la red, ya sean instituciones concretas o regiones. En todos los casos se presentan los gráficos «dirigidos», es decir, en los que el peso de la relación entre los nodos es asimétrica y se ha considerado la intensidad de la relación en función del tamaño de cada nodo.

3. Resultados

En este apartado se intenta dar respuesta a los interrogantes planteados anteriormente.

3.1. ¿Qué regiones son las que más crecen?

La Tabla I presenta la evolución de la participación regional en la producción española entre 1996 y 2005 (ver metodología). La última columna muestra el ratio entre la participación regional del último y del primer año del período. Así, valores superiores a la unidad implican un incremento de la participación regional en la producción total española. Se aprecia que Madrid pierde más del 2%, mientras que la Comunidad Valenciana y Andalucía ganan 3 y 2 puntos porcentuales respectivamente. A pesar de esta pérdida, la proporción de la misma para Madrid no es la peor: se ve sobrepasada por el descenso de las Islas Canarias y Aragón. Por otro lado, el incremento proporcional más notorio es para Castilla-La Mancha (1,95) que pasa de representar el 1,04% de la producción Española en 1996 al 2,03% en 2005.

3.2. ¿Es Madrid responsable del incremento de las regiones más destacadas?

Para analizar si el incremento de la participación de algunas regiones (Tabla I) se explica en parte por las prácticas de colaboración con Madrid, se estudia la evolución de dicha colaboración en cada región. Los datos muestran que este

TABLA I
*Evolución de la participación regional en la producción española
(1996-2005)*

Comunidad Autónoma	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ratio 2005/1996
Andalucía	13,09	12,95	13,45	13,96	13,52	14,17	14,56	14,79	14,48	14,99	1,15
Aragón	4,09	3,81	3,67	3,51	3,33	3,60	3,39	3,34	3,38	3,61	0,88
Asturias	2,88	2,75	2,84	2,99	3,03	2,92	3,04	3,03	2,96	2,80	0,97
Castilla y León	4,93	5,05	4,36	4,65	4,56	4,71	4,84	4,60	4,80	4,77	0,97
C.-La Mancha	1,04	1,16	1,00	1,12	1,18	1,41	1,58	1,83	1,87	2,03	1,95
C. Valenciana	9,19	9,09	9,88	10,06	10,44	10,89	10,57	11,36	11,53	11,94	1,30
Cantabria	1,51	1,69	1,58	1,71	1,69	1,68	1,53	1,59	1,60	1,69	1,12
Cataluña	23,73	24,58	24,02	24,93	24,29	23,27	23,75	24,25	25,60	25,42	1,07
Extremadura	1,36	1,21	1,10	1,14	1,07	1,36	1,46	1,28	1,43	1,41	1,04
Galicia	5,15	5,52	6,07	6,01	6,21	6,31	6,72	7,21	6,65	6,63	1,29
Islas Baleares	1,09	1,14	1,17	1,20	1,08	1,23	1,37	1,34	1,49	1,45	1,33
Islas Canarias	3,37	3,28	3,01	2,99	2,89	3,31	3,09	3,33	3,14	3,05	0,91
La Rioja	0,23	0,27	0,23	0,28	0,35	0,34	0,33	0,30	0,31	0,35	1,52
C. de Madrid	30,49	30,68	30,39	29,11	30,11	29,12	29,02	28,03	27,93	28,01	0,92
Murcia	2,48	2,58	2,39	2,57	2,49	2,59	2,66	2,69	2,58	2,77	1,12
Navarra	1,33	1,62	1,81	1,92	2,37	2,29	2,26	2,27	2,48	2,48	1,86
País Vasco	4,12	4,10	4,33	3,90	4,03	4,12	3,81	4,14	3,88	3,90	0,95

incremento de la participación de regiones como Castilla-La Mancha se debe lógicamente a un crecimiento más rápido frente a Madrid, aunque no parece estar relacionado con una mayor colaboración, lo que quiere decir que hay otros factores interactuando. Sin embargo, el crecimiento de la colaboración en general sí parece estar relacionado con el incremento de la colaboración con Madrid, como demuestran las pruebas estadísticas no paramétricas.

Para estudiar la atracción que ejerce Madrid sobre otras regiones, se realiza un análisis de la red interregional española y se calculan algunas medidas de centralidad (solamente para los datos WoS y el período 2001-2005, de ahora en adelante). En primer lugar, se obtiene la colaboración entre las diversas regiones (una red no dirigida) y se calcula el grado de centralidad de la red obtenida.

En segundo lugar, esta red no dirigida se transforma en dirigida considerando el peso de la colaboración para cada región (el porcentaje que representan esos

documentos en colaboración con respecto al total de los documentos de cada región). Posteriormente se calcula el grado de centralidad (externo e interno) y se compara con el obtenido previamente. El grado de centralidad interno (InDegree) representa la recepción de la colaboración, existiendo correlación entre este grado y los valores de centralidad de la red no dirigida. En la Tabla II, Madrid muestra elevados valores porcentuales de InDegree incrementando la distancia con los valores de Cataluña, la otra región relevante en la red. Este papel central de Madrid se representa gráficamente en la Figura 1. En el lado contrario, La Rioja tiene los valores más bajos de grado de centralidad no dirigida (Degree) y, de la misma manera, los valores más altos de grado de centralidad dirigida externa (OutDegree).

Esto refleja que Madrid es más importante para las pequeñas regiones, aunque no hay correlación entre el tamaño de la región y el porcentaje de colaboración con Madrid. Entre las regiones a las que más atrae figura principalmente Casti-

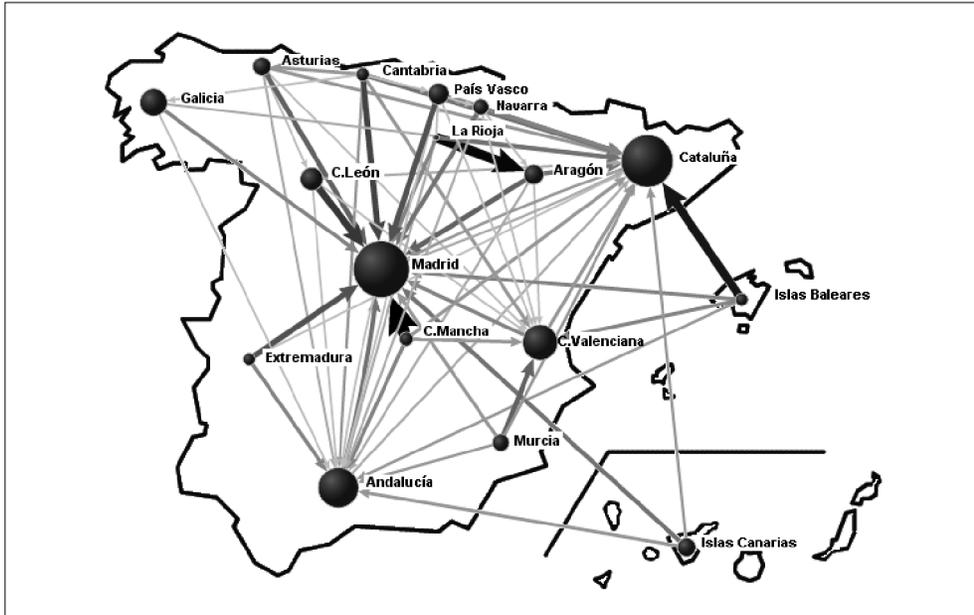
TABLA II

Red No-Dirigida versus Dirigida (WoS 2001-2005). Medidas de grado de centralidad de Freeman (Degree), externas (OutDegree) e internas (InDegree)

Comunidad Autónoma	No-Dirigida		Dirigida			
	Degree	%	OutDegree	InDegree	% OUT	% IN
Andalucía	7.804	11,40	34	98	3,85	11,10
Aragón	2.880	4,20	54	54	6,12	6,12
Asturias	2.558	3,70	55	35	6,23	3,96
Castilla y León	3.868	5,70	51	48	5,78	5,44
Castilla-La Mancha	2.098	3,10	76	20	8,61	2,27
C. Valenciana	6.893	10,10	38	86	4,30	9,74
Cantabria	1.901	2,80	76	22	8,61	2,49
Cataluña	10.138	14,80	26	136	2,94	15,40
Extremadura	1.101	1,60	50	14	5,66	1,59
Galicia	3.847	5,60	38	45	4,30	5,10
Islas Baleares	1.449	2,10	67	15	7,59	1,70
Islas Canarias	2.160	3,20	43	22	4,87	2,49
La Rioja	403	0,60	79	3	8,95	0,34
C. de Madrid	13.631	20,00	31	189	3,51	21,40
Murcia	2.077	3,00	50	24	5,66	2,72
Navarra	2.020	3,00	57	27	6,46	3,06
País Vasco	3.464	5,10	58	45	6,57	5,10

FIGURA 1

*Lazos de colaboración entre las regiones españolas
(> = 5% de sus documentos) (WoS 2001-2005)*



Nota: el tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grueso y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

lla-La Mancha, con un peso mayor que el que Aragón ejerce sobre La Rioja y Cataluña sobre las Islas Baleares (Figura 1).

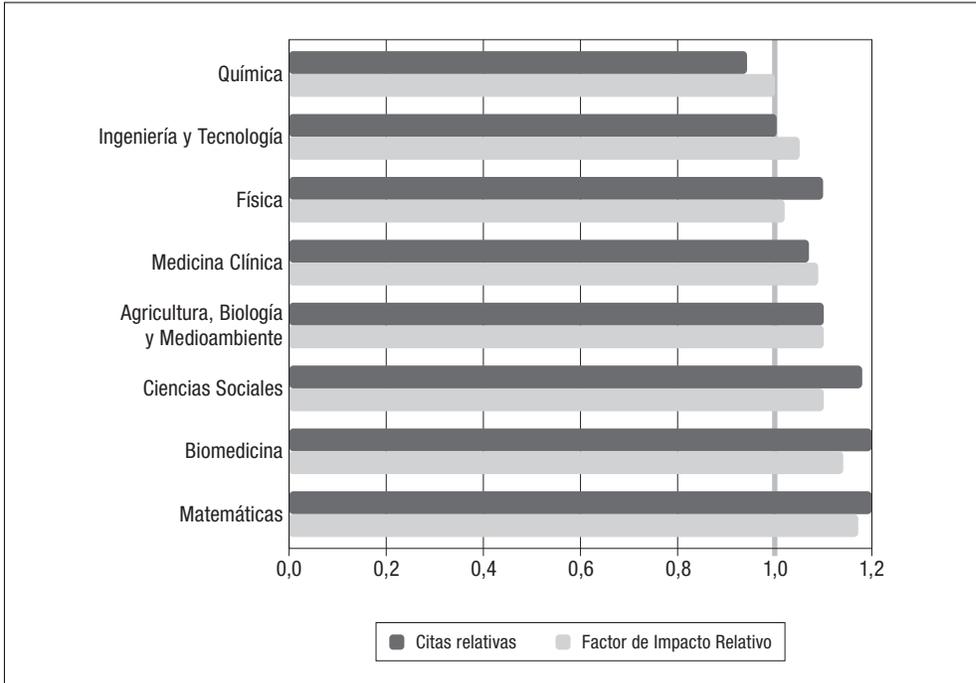
3.3. ¿La colaboración con Madrid aumenta el impacto y la visibilidad por áreas y disciplinas?

Para estudiar la posible mejora del impacto y las citas de otras regiones cuando colaboran con Madrid es necesario primero conocer la posición de Madrid respecto a España por áreas (*FIR* y citas relativas). De este modo, se puede valorar en qué medida Madrid ayuda a otras regiones en sus áreas fuertes (Figura 2). Madrid destaca por producción en todas las áreas excepto en Ciencias Sociales y Medicina Clínica. Por Factor de Impacto Relativo (*FIR*) y por Citas relativas (*CR*) con respecto a la media de España, Madrid sobresale en todas las áreas menos en Química y se distingue en particular en Matemáticas y Biomedicina.

La colaboración con Madrid mejora generalmente el impacto (*FIR*) de otras regiones, excepto en Matemáticas y en Física. El caso de Física es normal, pues

FIGURA 2

Factor de Impacto y Citas relativas de Madrid frente a España por áreas (WoS 2001-2005)



la cooperación internacional es probablemente más beneficiosa para esta área debido a sus hábitos de publicación. Además, la colaboración con Madrid mejora las citas (*CR*), excepto en Química o Ingeniería (Tabla III). Si se considera la colaboración de Madrid con cada una de las dieciséis regiones españolas y cada una de las ocho áreas, mejora el impacto en el 75% y la citación en el 62% de los casos, mejorando ambos en el 51% de las ocasiones.

En la colaboración con cada región, los casos más excepcionales suceden en Medicina Clínica y en Ciencias Sociales, aunque Madrid no sea la región principal en estas áreas. También destacan Agricultura y Biomedicina: once y diez regiones respectivamente se ven favorecidas al colaborar con Madrid tanto en Factor de Impacto como en citas relativas. En el caso de Biomedicina, además, todas tienen más del 9% de sus documentos en colaboración y, siete de estas regiones, más del 11%.

En cuanto a las regiones, Andalucía y Cataluña se ven en general beneficiadas por la colaboración con Madrid y, más significativamente, la Comunidad Valenciana por sus elevados incrementos en impacto y citas (Tabla III). La Rioja es un caso único porque sus puntuaciones mejoran en el 75% de los casos y, en más

TABLA III

Factor de Impacto (FIR) y Citas relativas (CR) de la colaboración de cada comunidad con Madrid versus la producción total de cada comunidad por áreas temáticas (celdas sombreadas con FIR o CR > 1) (WoS 2001-2005)

Comunidad Autónoma	Agri		Biom		Fís		Ing		Matem		MClín		Quím		Soc	
	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR
Andalucía						X					X	X			X	
Aragón						X	X	X			X				X	
Asturias												X			X	X
C. y León												X			X	X
C.-La Mancha												X			X	
C. Valenciana		X				X	X	X		X					X	
Cantabria	X	X				X					X		X			
Cataluña															X	X
Extremadura											X				X	X
Galicia											X	X			X	
Islas Baleares											X		X			
Islas Canarias		X										X				
La Rioja	X	X		X	X		X	X	X			X			X	
Murcia									X	X	X					X
Navarra		X							X	X					X	X
País Vasco															X	X

Nota: celdas marcadas con X con FIR o CR > 1,3.

del 50%, con valores por encima de 1,3. En particular, destaca el elevado impacto relativo en Ingeniería (2,47).

Castilla-La Mancha destaca en la colaboración con Madrid en Medicina Clínica principalmente, porque presenta más del 37% de sus documentos en colaboración con esta región, al igual que en Ciencias Sociales con un significativo aumento de las citas en el primer caso (1,59) y del impacto en el segundo (1,33). Otros incrementos significativos se encuentran en las Ciencias Sociales de Aragón (FIR de 2,00) o en la Física de la Comunidad Valenciana (citas relativas de 2,95).

Teniendo en cuenta las disciplinas, de las 214 en las que publican las regiones españolas, Madrid destaca por producción en 103 disciplinas, sobre todo de las áreas de Ingeniería y Matemáticas, con una actividad superior a la media de España en 86 disciplinas. Por Factor de Impacto y citas relativas, sobresale en las

áreas de Matemáticas y Biomedicina. Por Factor de Impacto Relativo predomina en especial en Ingeniería Multidisciplinar (también por producción y citas relativas). Por citas relativas, destaca principalmente en Psicología Clínica (también por Factor de Impacto). Y, por producción, impacto y citas, sobresale en Bioquímica Biología Molecular. En 37 disciplinas, tiene valores excepcionales de actividad, impacto y citas. La mayor parte de estas disciplinas pertenecen a las áreas de Biomedicina y de Medicina Clínica.

La colaboración de otras regiones con Madrid se produce en 203 disciplinas diferentes. Andalucía y Cataluña son las regiones con mayor número de disciplinas favorecidas por la colaboración con Madrid. En la Tabla IV se muestra el número de disciplinas que mejora su *FIR* o *CR* en cada región cuando colabora

TABLA IV

Factor de Impacto (FIR) y Citas relativas (CR) de la colaboración de cada comunidad con Madrid versus la producción total de cada comunidad por disciplinas (número de disciplinas con FIR o CR > 1) (WoS 2001-2005)

Comunidad Autónoma	Agri		Biom		Fís		Ing		Matem		MClin		Quím		Soc	
	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR	FIR	CR
Andalucía	10	6	12	10	13	9	15	11	4	4	26	24	6	2	16	17
Aragón	10	5	8	6	12	7	15	8	2	2	20	18	3	5	9	2
Asturias	13	7	13	8	8	7	12	7	1	0	21	18	1	4	8	6
C. y León	8	10	10	15	5	5	20	12	2	2	26	23	3	5	8	8
C.-La Mancha	11	12	13	9	8	7	15	9	1	2	19	24	3	4	4	3
C. Valenciana	9	9	17	10	8	7	18	13	4	3	23	19	6	0	8	6
Cantabria	4	3	7	6	4	4	11	5	2	2	16	14	2	1	4	2
Cataluña	11	13	16	12	5	7	17	19	4	2	24	22	4	4	13	10
Extremadura	7	8	5	6	5	5	6	5	1	2	10	13	2	1	4	1
Galicia	15	13	12	10	12	7	14	11	2	2	24	17	6	4	12	3
Islas Baleares	3	2	5	1	6	1	2	2	0	0	15	12	1	0	3	0
Islas Canarias	5	9	12	10	8	3	6	3	2	3	19	17	5	2	6	6
La Rioja	6	4	4	3	0	0	1	1	2	2	4	3	1	0	1	1
Murcia	12	9	12	9	6	5	10	11	3	2	21	12	1	1	4	4
Navarra	9	7	8	8	1	3	4	5	1	2	13	12	4	4	5	5
País Vasco	8	3	11	8	10	8	20	12	2	3	18	16	5	2	7	8
Total discip.	25		21		19		42		5		40		8		43	

Nota: celdas sombreadas en regiones mejoradas en más de un tercio de sus disciplinas por área. El número en cada celda indica el número de disciplinas con *FIR* o *CR* > 1.

con Madrid. Los datos muestran que Biomedicina y Medicina Clínica son, lógicamente, las áreas que más contribuyen a la mejora del impacto y de las citas de las regiones en el nivel de las disciplinas. Dentro de estas áreas, las disciplinas que más destacan son la Inmunología y las Enfermedades infecciosas, respectivamente. Las regiones más beneficiadas por la cooperación madrileña por impacto, citas y elevados porcentajes de colaboración (en promedio 38% o más del total de la producción) son Castilla-La Mancha y La Rioja.

Tal como se puede apreciar en la Tabla V, las pruebas estadísticas muestran una correlación significativa entre la colaboración con Madrid y el Factor de Impacto Relativo, siendo mayor en disciplinas con más de 250 o 400 documentos.

TABLA V
Correlación en la colaboración con Madrid por disciplinas
(WoS 2001-2005)

		% Col. Madrid	FIR
% Col. Madrid	Correlación de Pearson	1	0,205*
	Sig. (bilateral)		0,003
	N	205	203
FIR	Correlación de Pearson	0,205*	1
	Sig. (bilateral)	0,003	
	N	203	203

* La correlación es significativa al nivel de 0,01 (bilateral).

3.4. ¿El mayor impacto se relaciona con una mayor colaboración internacional?

Para responder a este interrogante se estudian las disciplinas en las que publican las regiones españolas para considerar si hay correlación entre la colaboración internacional y el impacto o las citas. Como se esperaba, se encontró una correlación positiva entre todas estas variables y también con el número de documentos. Asimismo se encontró correlación positiva con la colaboración per se (incluyendo las relaciones nacionales). Esto significa que la colaboración es positiva ya sea nacional o internacional.

Cuando Madrid coopera con otras regiones hay menos colaboración internacional que cuando lo hacen sólo entre ellas. Pero, como el Factor de Impacto o las citas relativas también correlacionan con la colaboración nacional, esto no influye en los buenos resultados de la colaboración con Madrid. Cuando Madrid está presente junto a otras regiones, la mayor colaboración tiene lugar en las áreas en las que la colaboración nacional es más importante que la internacional: Biomedicina y Medicina Clínica. Además, en este último caso, para toda España,

esta área tiene la menor colaboración internacional y las mayores proporciones de colaboración nacional.

3.5. ¿En qué medida el análisis de redes sociales refleja los efectos de la colaboración por áreas y disciplinas?

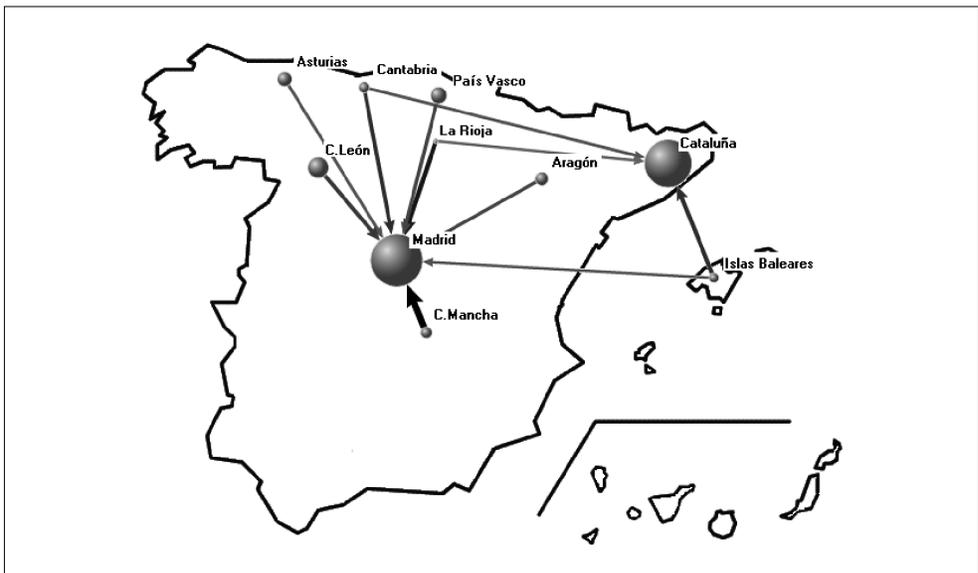
Considerando toda España, cuando se analizan las áreas y las disciplinas a través de las redes, se pueden observar detalladamente algunos aspectos del mapa general y de los análisis previos. Por esto, en este trabajo se estudian las redes de las áreas y disciplinas más destacadas por impacto y citas relativas: las áreas de Biomedicina y Medicina Clínica y, las disciplinas de Enfermedades infecciosas e Inmunología.

En el área de Biomedicina, Madrid es muy importante para Castilla-La Mancha, pero también para Castilla y León, Asturias, Cantabria, País Vasco, La Rioja y Aragón. Las Islas Baleares tienen relaciones más fuertes con Cataluña pero también están conectadas con Madrid (Figura 3).

En Medicina Clínica, las relaciones son más fuertes y por ello, con el mismo umbral que en Biomedicina, aparecen nuevas regiones conectadas con Madrid: Galicia, Extremadura, Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana e Islas Canarias.

FIGURA 3

Relaciones regionales en Biomedicina (más del 15% de los documentos en colaboración) (WoS 2001-2005)

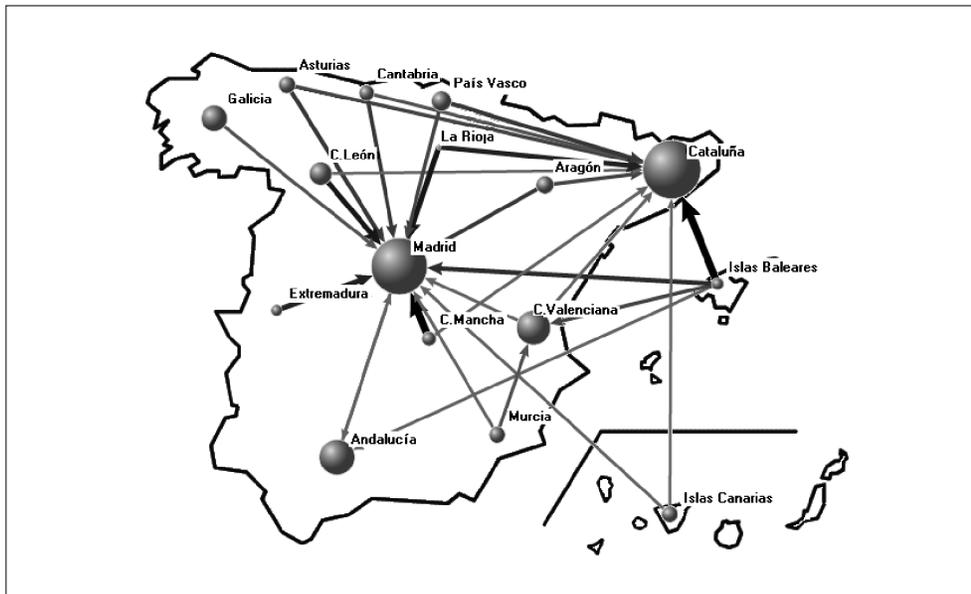


Nota: el tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grosor y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

Además, Cataluña es también un importante centro de atracción para otras regiones (Figura 4).

FIGURA 4

Relaciones regionales en Medicina Clínica (más del 15% de los documentos en colaboración) (WoS 2001-2005)



Nota: el tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grosor y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

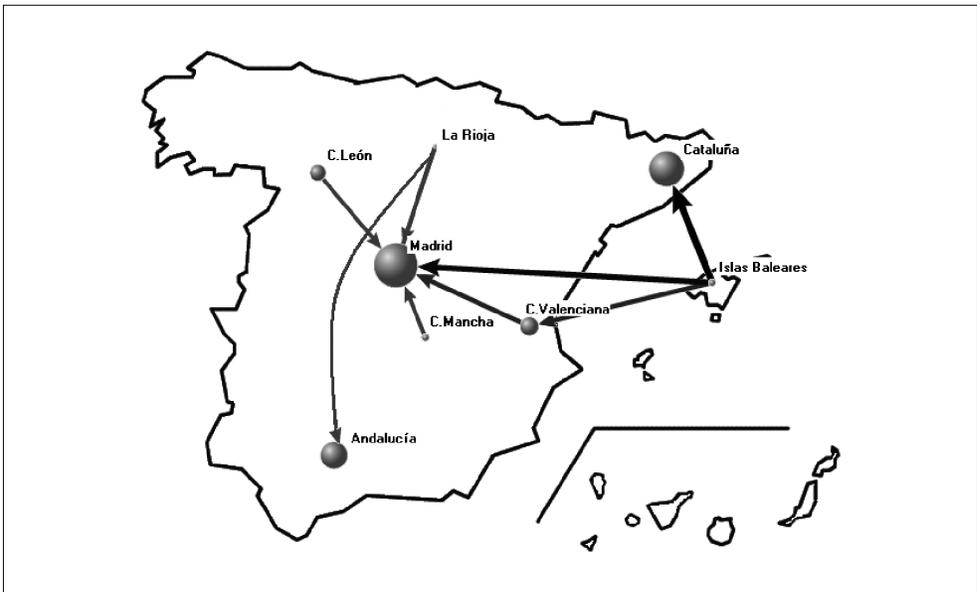
Teniendo en cuenta todas las relaciones, tanto en Biomedicina como en Medicina Clínica la densidad de la red es del 100%, es decir, está totalmente conectada. Por este motivo, no tiene sentido obtener las medidas de intermediación y cercanía porque no habrá diferencias entre los nodos. Por otro lado, se obtuvieron medidas de grado de centralidad y, para Biomedicina, el porcentaje de centralidad interna (InDegree) de Madrid fue el más alto (25,19%, más elevado que para el total de las áreas) seguido del de Cataluña (16,53%). Para Medicina Clínica, el porcentaje de InDegree de Madrid ocupa también la primera posición (19,48%, aunque inferior al del total de las áreas) seguido de Cataluña (16,44%, que sí supera los valores del total de las áreas). Para Biomedicina y Medicina Clínica, los porcentajes más elevados de centralidad externa (OutDegree) son para La Rioja (10,35% y 9,96% respectivamente; también mayores que en el total de las áreas). Para Biomedicina, el promedio de InDegree fue del 38,06% y el de OutDegree del 8,82%. Para Medicina Clínica, el promedio de InDegree fue

excepcional (40,54%) y el de OutDegree del 12,15%. En ambos casos, con valores más altos que España en todas las áreas.

Se estudian también las colaboraciones producidas en el nivel de las disciplinas con más del 30% de los documentos en colaboración. Así se puede apreciar que en Inmunología, Castilla y León, La Rioja, las Islas Baleares, la Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha dependen de Madrid, pero hay una conexión clara entre las Islas Baleares y Cataluña y entre La Rioja y Andalucía (Figura 5).

FIGURA 5

Relaciones regionales en Inmunología (más del 30% de los documentos en colaboración) (WoS 2001-2005)



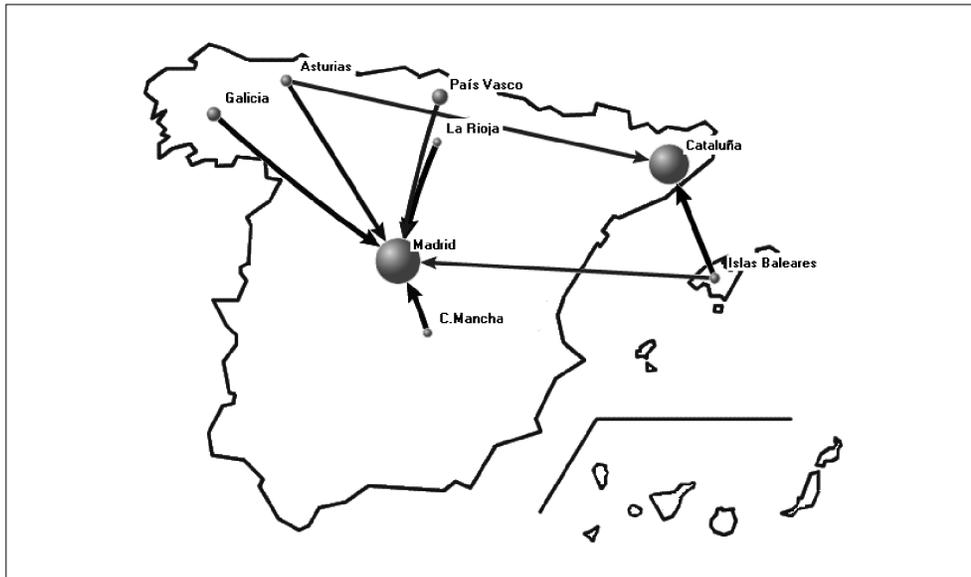
Nota: el tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grosor y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

En Enfermedades infecciosas, Galicia, Asturias y el País Vasco aparecen en el mapa, desapareciendo a su vez Castilla y León, la Comunidad Valenciana y Andalucía (Figura 6).

Considerando todas las conexiones, en Inmunología, la red está de nuevo totalmente relacionada. No es el caso de Enfermedades infecciosas, aunque en esta disciplina se detecta una elevada densidad media (94,85%). En Inmunología, el porcentaje de centralidad interna (InDegree) de Madrid es el más alto (20,47%, aunque inferior al total de las áreas) y en Enfermedades infecciosas es del 19,95%.

FIGURA 6

Relaciones regionales en Enfermedades infecciosas (más del 30% de los documentos en colaboración) (WoS 2001-2005)



Nota: el tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grosor y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

En ambos casos, Cataluña es la segunda región (14,46% para Inmunología y 15,86% para Enfermedades infecciosas). Los mayores porcentajes de centralidad externa (OutDegree) son para las Islas Baleares (12,02%), en Inmunología y, para Asturias (9,15%), en Enfermedades infecciosas. La Rioja sigue a estas regiones con un 8,92% en Inmunología y un 8,78% en Enfermedades infecciosas. El promedio de InDegree en Enfermedades infecciosas es notablemente más alto que en Inmunología (48,29% versus 36,81%). Sin embargo, el promedio de OutDegree es mayor en Inmunología (15,48%) que en Enfermedades infecciosas (11,23%).

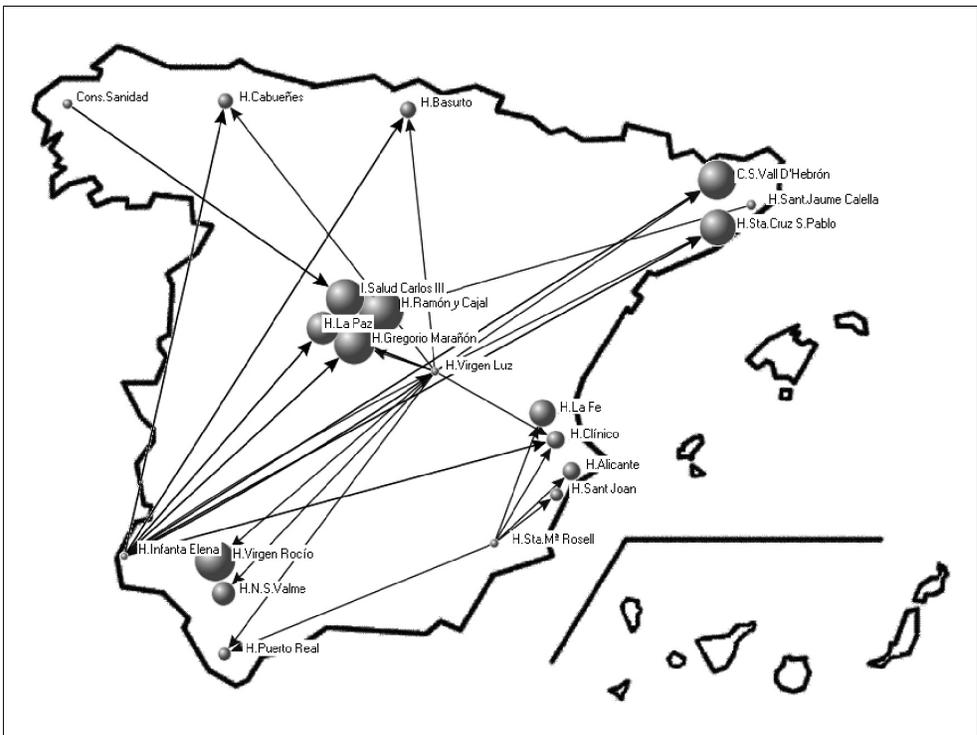
Si se estudian los centros que publican en la disciplina de Enfermedades infecciosas (Figura 7), en Madrid, los hospitales de La Paz y de Gregorio Marañón son clave para los hospitales de Virgen de la Luz de Cuenca y de Infanta Elena de Huelva. Estos dos también están conectados con los hospitales de Santa Cruz y San Pablo y el de Vall D'Hebrón de Barcelona.

La densidad media de la red es del 5,74% y el promedio del grado de intermediación es del 13,29%. Con un grado de intermediación normalizada más alta destacan: el Centro Nacional de Microbiología de Madrid (CNM), la Ciutat Sanitaria Vall D'Hebrón de Barcelona y el Instituto de Salud Carlos III de Ma-

drid. El Vall D'Hebrón sobresale otra vez con el más alto grado de cercanía normalizado. Se obtienen las medidas del grado de centralidad y los porcentajes más altos de centralidad interna (InDegree) son para los que destacaban por grado de intermediación normalizado. Sin embargo, la atracción proporcional está bastante repartida: el promedio de InDegree es del 6,24%, menos que el del centralidad externa (OutDegree del 9,92%). La ausencia del CNM en el mapa (Figura 7) se explica por el alto umbral de relaciones exigido. Solamente se dibujan las colaboraciones más fuertes para apreciar mejor las conexiones más excepcionales. Este centro tiene algunas relaciones fuertes con centros pequeños (menos de 5 documentos) o muchas relaciones débiles con centros grandes.

FIGURA 7

Relaciones entre centros en Enfermedades infecciosas (50% o más de los documentos en colaboración) (WoS 2001-2005)



Nota: nodos de cinco o más documentos. El tamaño de los nodos representa el número de documentos y el grosor y el color de las líneas representa la intensidad de las relaciones.

4. Discusión y conclusiones

Al analizar la distribución regional de la producción científica en distintos países, se observan patrones similares. En el caso de Francia, por ejemplo, como comentan Okubo y Zitt (2004), la región de París (Ile-de-France) tiene considerable peso científico y muestra un aspecto particularmente centralizado de la estructura de ciencia y tecnología francesas. Esta región no tiene ninguna frontera internacional, pero no está lejos de la frontera norte de Francia. Ile-de-France produce el 38% de las publicaciones científicas francesas mientras que las diez regiones fronterizas originan otro 45% y las regiones interiores solamente el 17%. Markusova y otros (2004) observan también ese particular patrón de colaboración en las regiones rusas situadas en las fronteras. En su trabajo perciben relaciones específicas entre las universidades del extremo oriente ruso y las universidades japonesas y chinas.

Como en Francia, dos Santos y Rumjanek (2001) presentan una imagen centralizada para Brasil. Alrededor del 80% de los artículos de Inmunología proceden de cuatro estados (São Paulo, Río de Janeiro, Minas Gerais y Bahía), siendo São Paulo responsable de más de la mitad de esos artículos. Este predominio de São Paulo se ha observado en diversas áreas y puede ser reflejo de la financiación de la investigación así como de la tradición investigadora de sus instituciones.

De la misma manera, España ha emergido como un importante referente científico en Europa en las dos últimas décadas, mientras que su actividad en ciencia y tecnología se concentra particularmente en las regiones de Madrid y de Barcelona que representan más de la mitad de la producción española (Gómez y otros, 2007).

Aunque el volumen de artículos coautorados con investigadores internacionales se ha duplicado en una década, Okubo y Zitt (2004) encuentran razones para pensar que el efecto de la internacionalización en la colaboración no debe ser sobrestimado. La estructura de la red de colaboración se asienta sobre una base cultural y política, y las redes de mutua afinidad siguen siendo asombrosamente estables, por lo menos para los grandes países europeos, a pesar del energético desarrollo de flujos de colaboración en lo que a volumen se refiere. La producción coautorada sigue siendo en gran parte un tema nacional, y la generación de artículos en colaboración internacional se presenta como un medio inusual de creación del conocimiento, aunque esto varía mucho de unas áreas a otras. En el caso de Francia, el fuerte peso de la región de París tanto en publicación como en coautoría internacional también explica este resultado, como sucede en España con las regiones de Madrid y Barcelona. Tal como demuestran Okubo y Zitt, la colaboración se da en primer lugar con vecinos nacionales, luego con otros nacionales y con regiones vecinas extranjeras y, finalmente, con otras regiones en países vecinos o con regiones en países no vecinos.

En este trabajo, se ha estudiado la influencia de Madrid en otras regiones a partir de la constatación de la tendencia hacia la descentralización ocurrida en los últimos 25 años. En este contexto, se aprecia que Madrid está perdiendo gra-

dualmente su papel central para dar paso a otras regiones, debido principalmente a las nuevas universidades que actúan como polos de atracción científica (Gómez y otros, 2005). Sin embargo, Madrid juega un rol importante en la actividad científica española. Esto se puede comprobar no sólo mediante el recuento completo de los documentos sino también mediante el recuento fraccionado porque no hay diferencias significativas entre ambos métodos. Las regiones que más aumentaron su producción durante el período 1996-2005 fueron la Comunidad Valenciana y Andalucía pero, proporcionalmente, el crecimiento más excepcional lo experimentó Castilla-La Mancha. La colaboración con Madrid es muy significativa para las regiones menos desarrolladas, aunque no sea responsable directa del crecimiento de las mismas. Y Cataluña ejerce, también, de importante centro de atracción. La interacción entre las pequeñas y grandes regiones también obedece a la necesidad de las pequeñas de acceder a recursos especializados económicos, humanos y materiales. Gómez y otros (2005) señalan que el nuevo conocimiento puede ser la base de la innovación, que lleva a aumentar el desarrollo económico y el desarrollo regional. Esta dinámica se nota no sólo en la colaboración interna de los países sino también en las interacciones externas, como muestran Russell y otros (2007) en su estudio de la colaboración regional en América Latina.

En el artículo de Meneghini (1996), la producción científica brasileña y su impacto internacional aumentaron considerablemente en los últimos 10 años a pesar de la reducción de los recursos científicos durante el mismo período. Esta aparente paradoja se sustenta sobre el activo proceso de colaboración internacional y nacional. También es revelador que la colaboración local tenga un efecto significativo sobre las tasas de citación, aunque en menor medida que la colaboración internacional. A través del estudio de las citas, De Filippo y otros (2008) detectan también una relación entre el impacto y el número de países firmantes, lo que pone de manifiesto la importancia de la colaboración. En el caso de la colaboración de Madrid con otras regiones, aunque es fundamentalmente de tipo nacional, tiene importantes valores de impacto y citas. Las pequeñas regiones establecen (en términos de Kim, 2006) una relación asimétrica que les permite complementar capacidades y obtener mayores beneficios. En general mejora el impacto de todas las áreas, excepto Matemáticas y Física. Medicina Clínica es el área más destacada (con un aporte clave de la colaboración nacional) y la Comunidad Valenciana es la región que más se beneficia al colaborar con Madrid. En el caso de las disciplinas, las regiones con mayores incrementos de impacto o citas son Andalucía y Cataluña y las disciplinas más sobresalientes las correspondientes a las áreas de Biomedicina y Medicina Clínica.

Larivière y otros (2006) argumentan que hay una dicotomía básica entre las Ciencias Naturales y la Ingeniería por una parte y, las Sociales y Humanidades por otra parte. Demuestran que, contrariamente a la creencia frecuente, los investigadores en Ciencias Sociales y Humanidades no forman una categoría homogénea. De hecho, las actividades de colaboración de los investigadores en

Ciencias Sociales son más equiparables a las de los investigadores de Ciencias Naturales que a los de Humanidades. Además, estos autores ven que la lengua y la proximidad geográfica influyen en la elección de colaboradores en ambos casos. Dicen que dentro de Canadá la forma más común de publicación conjunta es la colaboración internacional, seguida de la colaboración inter-institucional. Esto es contrario a la apreciación de Okubo y Zitt (2004) y a nuestro caso particular de España, aunque la colaboración internacional y la nacional están bastante equilibradas (y hay una colaboración nacional e internacional mixta cada vez mayor).

Según Wagner (2005), las redes exhiben diversas dinámicas basadas en la consiguiente investigación científica. Puede haber motivaciones específicas del tema para los patrones de colaboración que no se pueden considerar mirando los datos a un nivel de agregación superior. De Filippo y otros (2008) sostienen que el análisis de redes sociales en cada área permite observar los diferentes vínculos institucionales y la diferente estructura de cada una de ellas. En este estudio se representa el gráfico de regiones para Medicina Clínica y Biomedicina. Son gráficos bastante diferentes como sugiere Wagner (2005), porque la Medicina Clínica está más fuertemente inter-relacionada. Sin embargo, también hay puntos comunes. En ambos casos, las regiones más beneficiadas por la colaboración con Madrid son Castilla-La Mancha (también por impacto o citas) y La Rioja. En Medicina Clínica, Cataluña es más claramente el centro de atracción, al igual que en el estudio de citas.

Para las disciplinas, se eligieron Enfermedades infecciosas e Inmunología y se mostraron, además, los centros más destacados de Enfermedades infecciosas. Enfermedades infecciosas, como disciplina de Medicina Clínica, es más bipolar que Inmunología y la influencia de Cataluña es mayor con un peso importante, además, de su centro más destacado: el Hospital Vall D'Hebrón. Wagner (2005) sugiere que también los profesionales buscan oportunidades de colaboración para aumentar su visibilidad dentro de su campo. En general puede decirse que las redes reflejan detalladamente lo visto en el estudio global y que pueden representar claramente las complejas relaciones entre las regiones.

En conclusión, ya sea por producción, impacto o visibilidad, las regiones centrales como Madrid, ejercen una influencia efectiva en la actividad científica de las regiones periféricas. Otros estudios de caso en otras regiones o ciudades centrales permitirán considerar en qué medida son éstas importantes para sus respectivos países. Esas regiones o ciudades pueden servir como motor para la investigación que ocurre en otras regiones o ciudades periféricas, lo que influye en el resultado final o en el progreso científico que se produce en todo el país. La colaboración internacional es importante para el avance de la ciencia pero también la colaboración nacional, porque es la base sobre la que se construyen las otras relaciones. Además, como recuerda Meneghini (1996), una excesiva fijación en la corriente principal de la ciencia internacional dejará poco espacio para la investigación de problemas más relacionados con contingencias locales que atraen menos a los científicos extranjeros.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto de PIPCYT de la Comunidad de Madrid y a algunos de sus resultados (Gómez y otros, 2007).

6. Bibliografía

- Batagelj, V., y Mrvar, A. (2002): *Pajek - Program for Large Network Analysis*. <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/> [30-09-2008].
- Beaver, D. De B. (2001): Reflections on scientific collaboration (and its study): past, present and future. *Scientometrics*, vol. 52 (3), 365-377.
- Borgatti, S. P.; Everett, M. G., y Freeman, L. C. (2002): *Ucinet 6 for Windows. Software for Social Network Analysis*. Harvard: Analytic Technologies.
- De Filippo, D.; Morillo, F., y Fernández, M. T. (2008): Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 31 (1), 66-84.
- Dos Santos, N. F., y Rumjanek, V. M. (2001) Brazilian immunology: One hundred years later. *Scientometrics*, vol. 50 (3), 405-418.
- Glänzel, W. (2001): National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, vol. 51 (1), 69-115.
- Godin, B., e Ippersiel, M. P. (1996): Scientific collaboration at the regional level: The case of a small country. *Scientometrics*, vol. 36 (1), 59-68.
- Gómez, I; Bordons, M; Morillo, F; De Filippo, D., y Aparicio, J. (2009): *Science & Technology Indicators for EULARINET*. IEDCYT, Madrid.
- Gómez, I; Bordons, M.; Morillo, F., y Fernández, M. T. (2005): Regionalisation of science and technology data in Spain. *Research Evaluation*, vol. 14 (2), 137-148.
- Gómez, I; Fernández, M. T.; Bordons, M.; Morillo, F.; Aparicio, J.; Candelario, A.; De Filippo, D.; González-Albo, B.; Herrero, M., y Moreno, L. (2007): *Indicadores de Producción Científica y Tecnológica de la Comunidad de Madrid (PIPCYT)*. Dirección General de Universidades e Investigación. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid. Madrid, p. 232.
- Kim, K. W. (2006): Measuring international research collaboration of peripheral countries: taking the context into consideration. *Scientometrics*, vol. 66 (2), 231-240
- Larivière, V.; Gingras, Y., y Archambault, E. (2006): Canadian collaboration networks: A comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities. *Scientometrics*, vol. 68 (3), 519-533.
- Leydesdorff, L., y Wagner, C. (2006): *Is the United States losing ground in science? A global perspective on the world science system*. http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/US_Science/US_Science.pdf [15-10-2008].
- Markusova, V. A; Minin, V. A.; Libkind, A. N.; Jansz, C. N. M.; Zitt, M., y Bassecoulard-Zitt, E. (2004): Research in non-metropolitan universities as a new stage of science development in Russia. *Scientometrics*, vol. 60 (3), 365-383.
- Meneghini, R. (1996): The key role of collaborative work in the growth of Brazilian science in the last ten years. *Scientometrics*, vol. 35 (3), 367-373.

- Moed, H. F. (2000): Bibliometric indicators reflect publication and management strategies. *Scientometrics*, vol. 47 (2), 323-346.
- Okubo, Y., y Zitt, M. (2004): Searching for research integration across Europe: a closer look at international and inter-regional collaboration in France. *Science and Public Policy*, vol. 31 (3), 213-226.
- Otte, E., y Rousseau, R. (2002): Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, vol. 28 (6), 441-453.
- Russell, J. M.; Ainsworth, S.; Del Río, J. A.; Narváez-Berthelemot, N., y Cortés, H. D. (2007): Colaboración científica entre países de la región latinoamericana. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 30 (2), 180-198.
- Schubert, A.; Glänzel, W. (2006): Cross-national preference in co-authorship, references and citations. *Scientometrics*, vol. 69 (2), 409-428.
- Van Raan, A. F. J. (1998): The influence of international collaboration on the impact of research results. *Scientometrics*, vol. 42 (3), 423-428.
- Wagner, C. (2005): Six case studies of international collaboration in science. *Scientometrics*, vol. 62 (1), 3-26.

Análisis estructural de la web académica iberoamericana

José Luis Ortega*, Isidro F. Aguillo*

Resumen: El objetivo de este trabajo es presentar de una forma visual la red de dominios web universitarios más importantes de Iberoamérica. En él se muestra las características topológicas y se describe las relaciones web entre universidades de diferentes países y continentes. Se seleccionaron las primeras 350 instituciones iberoamericanas de educación superior del Ranking Web of World Universities y se extrajeron sus enlaces a partir de Yahoo! Search. Se construyeron con estos datos mapas geográficos y gráficos de redes. Se utilizaron técnicas de Análisis de Redes Sociales para analizar y describir las propiedades estructurales de toda la red y sus nodos. Los resultados muestran que la red iberoamericana está constituida por subredes nacionales que se fusionan en un núcleo central. La subred española domina la red iberoamericana, la cual está dividida en dos regiones lingüísticas: portugués (Brasil y Portugal) y español (los restantes países hispanoamericanos).

Palabrasclave: visualización de información, análisis de redes sociales, cibermetría, web universitaria.

Structural analysis of the Iberoamerican academic web

Abstract: *This work provides a visual display of the domain network the most important Iberoamerican universities. The topological characteristics of this network are described, and the web relationships among the universities of different countries and continents are examined. The top 350 institutions of higher education of Iberoamerica were selected from the Ranking Web of World Universities and their link relationships obtained from Yahoo! Search. Network graphs and geographical maps were constructed from the search engine data. Social network analysis techniques were used to analyse and describe the structural properties of the network and its nodes. The results show that the Iberoamerican network is composed of national sub-networks that merge to form a central core. The Spanish language sub-network dominates the Iberoamerican network, which is split into two linguistic regions: Portuguese (Brazil and Portugal) and Spanish (the remaining countries).*

Keywords: *information visualization, social network analysis, webometrics, university web.*

* Laboratorio de Cibermetría, CCHS-CSIC, Madrid, España. Correo-e: isidro.aguillo@cchs.csic.es; jortega@orgc.csic.es.

Recibido: 3-11-08; 2.ª versión: 2-3-09.

1. Introducción

La web está siendo un motor de cambio en la evolución de las universidades. Esta ha permitido el desarrollo de nuevos modelos de docencia como la educación a distancia y la formación no presencial, que está posibilitando un desarrollo de la universidad más allá de su ámbito local y geográfico. Las universidades extienden así su capacidad formativa a nuevos segmentos de la población y atraen alumnos de lugares distantes salvando limitaciones geográficas (Ryan *et al.*, 2000). Si tenemos en cuenta la dimensión investigadora, la web ha ampliado la difusión de resultados científicos a través de nuevos medios (paginas personales, repositorios institucionales, etc.) que permiten mostrar la capacidad investigadora de estas instituciones, siendo una muestra de prestigio que les permite atraer recursos económicos y humanos de gran valor (Bates, 2001). Esta nueva realidad está incrementando la competitividad entre las universidades que pugnan por atraer más alumnos y recursos, lo que ha llevado consigo un intento de evaluar la actividad y el desarrollo de las universidades en este medio paralelo de la web. La Cibermetría, como disciplina, se ha centrado en este aspecto con la intención de explicar y describir cómo es la situación académica en la web y cómo es posible evaluar el esfuerzo científico y educativo que estas instituciones están llevando a cabo en la red (Thelwall, 2004).

2. Estudios relacionados

La actividad y la producción en la web ha sido usada como un indicador de la actividad educativa y científica, relacionando indicadores web con resultados académicos (Thelwall, 2002a; Thelwall y Harries, 2003; 2004; Smith, 2008) o con indicadores bibliométricos (Aguillo, Granadino, Ortega y Prieto, 2006). La visualización de información (Chen, 2003) también ha sido una idónea herramienta para representar relaciones entre universidades y mostrar visualmente cómo determinadas variables afectan a estas relaciones. En un primer momento se usó análisis multivariante para representar y agrupar universidades (Polanco, Boudourides, Besagni y Roche, 2001; Vaughan, 2006) en función de su patrón de enlaces. Ahora, el Análisis de Redes ofrece posibilidades visuales y estructurales adicionales. Así, Heimeriks y Van den Besselaar (2006) usaron estas técnicas de análisis para identificar cuatro zonas geográficas en el espacio web de la Unión Europea (UE): Escandinavia, Reino Unido, Alemania y Sur de Europa. Ortega *et al.* (2008) también obtuvieron resultados similares, descubriendo que las universidades europeas se agrupan en subredes nacionales o locales las cuales se conectan con las restantes redes en función de criterios lingüísticos y geográficos (Thelwall, 2002b; Thelwall, Tang y Price, 2003). Últimamente, Thelwall y Zuccala (2008) estudiaron la relación entre los enlaces de universidades y espacios web nacionales en Europa, describiendo dichas relaciones al nivel de países.

Muchos estudios se han centrado en el desarrollo web a nivel de países. Así en España encontramos los trabajos de Thelwall y Aguillo (2003) y Ortega y Aguillo (2007), en Canadá los de Vaughan y Thelwall (2005) y Vaughan (2006) o análisis supranacionales como los de la UE (Heimeriks y van den Besselaar, 2006; Ortega *et al.*, 2008; Thelwall y Zuccala, 2008) o Escandinavia (Ortega y Aguillo, 2008).

En el mundo iberoamericano cabe destacar las caracterizaciones hechas de la web española y chilena por Baeza-Yates, Castillo y Lopez (2005) y Baeza-Yates, Castillo y Graells (2006) y las realizadas sobre Sudamérica (Bordignon y Tolosa, 2006), Paraguay (Bordignon *et al.*, 2006) y Argentina (Tolosa *et al.*, 2007). Aguillo, Granadino y Llamas (2005) realizaron una primera aproximación a la web académica iberoamericana desde criterios de diseño y posicionamiento, mientras Caraballo-Pérez *et al.* (2008) describieron la web académica cubana desde estos mismos criterios. Aguillo (2005) y Aguillo *et al.* (2007) definieron indicadores de contenido para la evaluación de este espacio web. Aparte de estudios descriptivos y analíticos, también se han publicado diversos trabajos teóricos sobre el ámbito de la cibermetría (Vanti, 2005).

3. Objetivos

El objetivo de este trabajo es presentar de una forma visual las 350 universidades más importantes en Iberoamérica de acuerdo al *Ranking Web of World Universities* (www.webometrics.info). Este mapa pretende mostrar características topológicas de esta red y describir las relaciones entre universidades de diferentes países y continentes. También se muestra, a través de técnicas de análisis de redes, las universidades más destacadas en la estructura de la red, las universidades pasarela que conectan diferentes espacios web o subredes y el núcleo más conectado de la red.

4. Metodología

4.1. Datos

Se seleccionaron las primeras 350 universidades iberoamericanas listadas en el *World Universities Ranking on the Web* (webometrics.info). Este número fue considerado representativo ya que permitía mostrar de una forma amplia y representativa la mayoría de países iberoamericanos. Dicho ranking ordena más de 10.000 universidades del mundo en función de cuatro criterios básicos: Número de páginas, que muestran la producción de contenidos de estas universidades en la web; número de enlaces entrantes, que muestran la visibilidad de dichos dominios web; número de ficheros ricos (ppt, pdf, etc.), los cuales informan de la

actividad académica y científica de cada universidad y registros en Google Scholar, lo que indica la producción científica accesible vía web.

Aparte de los criterios cibernéricos utilizados para valorar estas universidades en la web, este *ranking* es el listado más completo de universidades en la web, por lo que podemos considerarla como la fuente más adecuada para estudios sobre el desarrollo académico en la web.

Una vez seleccionadas las 350 primeras universidades iberoamericanas se procedió a obtener una matriz de enlaces entre estas universidades. Esta matriz es de 350×350 de modo no simétrico, ya que los enlaces que parten de una universidad A hacia una universidad B no tienen porqué ser los mismos que de la universidad B van hacia la universidad A. Para ello, se realizaron de forma automática 122.500 consultas al buscador Yahoo! Search. Este buscador fue seleccionado porque es el único, de gran cobertura, que permite el uso combinado de operadores. La fecha de toma de datos fue agosto de 2008. Las consultas utilizadas fueron:

site: {universidad A} linkdomain: {universidad B}	Número de enlaces que apuntan a la universidad B provenientes de páginas de la universidad A.
Site: {universidad A}	Volumen total de páginas de cada universidad.

4.2. Construcción de las redes

Una vez obtenida la matriz, esta se adaptó y procesó por el programa de análisis de redes Pajek 1.02 (Nooy, Mrvar y Batagelj, 2005). Con dicho programa se obtuvo la red de universidades iberoamericanas. Además de la red, se le añadieron una serie de atributos que permitieran explicar de forma visual los resultados obtenidos. Así el tamaño de cada nodo representa el volumen total de páginas indizadas en *Yahoo! Search* y el color la nacionalidad de cada universidad. Para una mejor visualización del gráfico y una significación mayor de los vínculos se estableció un punto de corte de más de 5 enlaces.

El análisis de la red se realizó a través de medidas de Análisis de Redes Sociales (ARS). Estas nos permiten conocer las principales características estructurales de la red como puede ser su tipología, su diámetro y su densidad además de conocer qué subunidades la forman. Por otro lado, estas medidas nos permiten conocer la función e importancia que poseen determinados nodos dentro de la red. Las medidas usadas son:

- K-Cores: se define como una subred en la que cada nodo tiene al menos un grado k . K-Cores detecta grupos con una fuerte densidad de enlaces. En redes de escala libre como la web el núcleo con el grado más alto es el núcleo central, detectando el grupo de nodos donde descansa la red (Seidman, 1983).

- Grado (k): el número de líneas que conectan a un nodo. Estas pueden ser normalizadas (Grado normalizado) por el número total de nodos en la red. En una red dirigida como la web se puede computar los enlaces entrantes (Grado entrante) y los enlaces salientes (Grado saliente). En Cibermetría, el Grado entrante se ha señalado como indicador de la visibilidad de un dominio web (Cothey, 2005; Kretschmer & Kretschmer, 2006), mientras que el Grado saliente es considerado como indicador de generación de tráfico.
- Grado de intermediación: se define como la capacidad de un nodo de mantener conectados aquellos nodos que no están directamente conectados entre sí. Mide el número de veces en el que un nodo aparece en las rutas existentes en la red. Desde un punto de vista cibernético, esta medida permite detectar pasarelas que conectan diferentes tramos de la red (Ingwersen, 1998).
- Distancia: es el número mínimo de nodos que median entre otros dos, el promedio de todas las rutas más cortas se denomina la distancia media. Esta medida permite conocer la cohesión de la red, así si esta es corta existe una fuerte cohesión ya que para llegar a cualquier nodo necesitamos pocos intermediarios (Broder *et al.*, 2000).
- Diámetro: es el número de enlaces que distan entre los nodos más alejados entre sí. Al igual que la distancia, esta medida permite medir la cohesión de la red. El diámetro es también es usado para detectar redes de mundo pequeño (Björneborn, 2001).

4.3. Mapa geográfico

El mapa geográfico se construyó a partir de los datos obtenidos previamente para el gráfico 2. Estos datos fueron agregados a nivel de país, para mostrar el desarrollo académico de cada país en la web. Para la construcción de dicho mapa se utilizó un sistema de información geográfico (SIG) MapViewer 6 (2005). Para la construcción del mapa se utilizaron dos capas diferentes. La primera representa un mapa de zonas coloreadas gradualmente según el número de páginas que posee cada país. El segundo muestra un mapa de flujos donde se muestra, a través del color y el grosor de las líneas, el número de enlaces que van de un país a otro. Los enlaces y páginas de ambas capas han sido clasificados de acuerdo al método de ruptura natural de Jenks (Jenks, 1963). Este método determina la mejor clasificación de los valores en clases a través de la comparación iterativa de la suma de sus cuadrados entre los valores observados dentro de cada clase y la media de dicha clase. Este algoritmo mejora la visualización al crear diferencias más significativas entre las clases.

5. Resultados

5.1. Análisis descriptivo

Antes del análisis de enlaces se ha realizado una distribución del número de universidades por cada país.

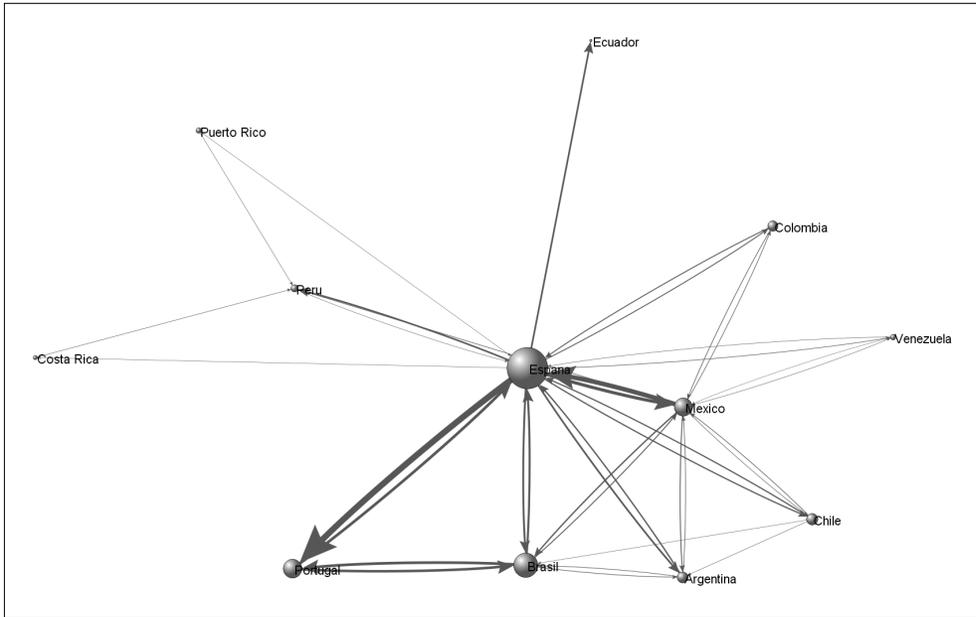
TABLA I
Distribución de las 350 universidades por países

País	Dominio	Universidades	%	Páginas web	%
Brasil	br	82	23,43	7.928.337	17,03
España	es	65	18,57	22.747.338	48,87
México	mx	42	12,00	4.416.756	9,49
Portugal	pt	35	10,00	4.719.443	10,14
Chile	cl	32	9,14	1.735.217	3,73
Argentina	ar	31	8,86	1.617.898	3,48
Colombia	co	19	5,43	1.441.534	3,10
Puerto Rico	pr	9	2,57	382.999	0,82
Perú	pe	9	2,57	692.106	1,49
Venezuela	ve	8	2,29	392.127	0,84
Costa Rica	cr	5	1,43	226.709	0,49
Ecuador	ec	4	1,14	78.143	0,17
Uruguay	uy	2	0,57	32.566	0,07
El Salvador	sv	2	0,57	27.660	0,06
Guatemala	gt	2	0,57	44.887	0,10
Paraguay	py	1	0,29	7.155	0,02
Cuba	cu	1	0,29	27.980	0,06
Bolivia	bo	1	0,29	28.816	0,06
TOTAL		350	100,00	46.547.671	100,00

La Tabla I muestra la distribución de universidades por sus países. En la muestra se observa que Brasil (23,43%) es el país que más universidades o instituciones de educación superior aporta junto España (18,57%) y México (12%). En el lado opuesto están Paraguay, Cuba y Bolivia las que menos aportan a la muestra con tan sólo una universidad. Esta distribución encaja con otras realizadas según criterios bibliométricos (Grupo SCImago, 2007). Sin embargo, si ob-

servamos el porcentaje de páginas que aporta cada país se aprecia que España es el país con mayor número de páginas (48,87%) casi triplicando el número de Brasil (17,03%), el segundo país en número de páginas. Seguidamente está Portugal (10,14%) y México (9,49%).

FIGURA 1
Red de enlaces a nivel de países



La Figura 1¹ está construida a partir de la agregación de los dominios universitarios a cada país al igual que el número de enlaces. El tamaño de cada nodo muestra el número total de páginas web que cada país posee. Se ha utilizado un punto de corte por encima del 5% del total de enlaces. En dicha Figura 1 se aprecia la posición central que adquiere España ($k = 0,81$) que junto con México ($k = 0,54$) es el país más conectado con los restantes países. Por el grosor de los enlaces España posee fuertes vínculos con México y Portugal. De esta forma se puede desprender que la red iberoamericana descansa sobre la red española ya que por un lado articula la red hispanoamericana a través de México y por otro lado los países luso-parlantes a través de Portugal.

¹ Las figuras pueden verse a una mayor resolución y en color en la dirección: <http://internetlab.cindoc.csic.es/cv/11/iberoamerica>.

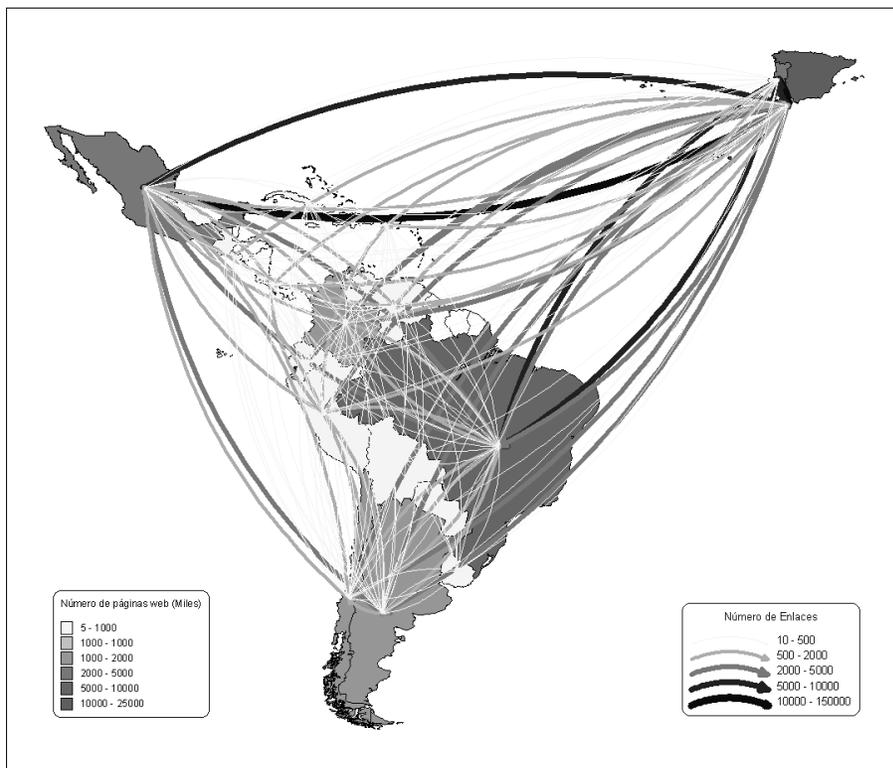
5.2. Mapa geográfico

En la Figura 2 se aprecian resultados parecidos a la Figura 1. Los países más importantes, tanto por el número de páginas como por el tráfico de enlaces, son España (48,87%, 22.747 miles de páginas), Brasil (17,03%, 7.928 miles de páginas) y Portugal (10,14%, 4.719 miles de páginas), seguidos por México (9,49%, 4.416 miles de páginas) Chile (3,73%, 1.735 miles de páginas), Argentina (3,48%, 1.617 miles de páginas) y Colombia (3,1%, 1.441 miles de páginas).

En el lado contrario destacan por su escasa presencia en la web los países de Centro América (con la excepción de Costa Rica y Guatemala) y las islas del Caribe (con la excepción de Cuba y Puerto Rico).

El flujo de enlaces muestra un fuerte tráfico entre los países europeos (España y Portugal) con los países americanos, mostrándose aquí también la dualidad lingüística entre hispanohablantes y lusoparlantes. Teniendo en cuenta los flujos interamericanos, destacamos la relación México-Brasil y México-Argentina.

FIGURA 2
Mapa geográfico de Iberoamérica



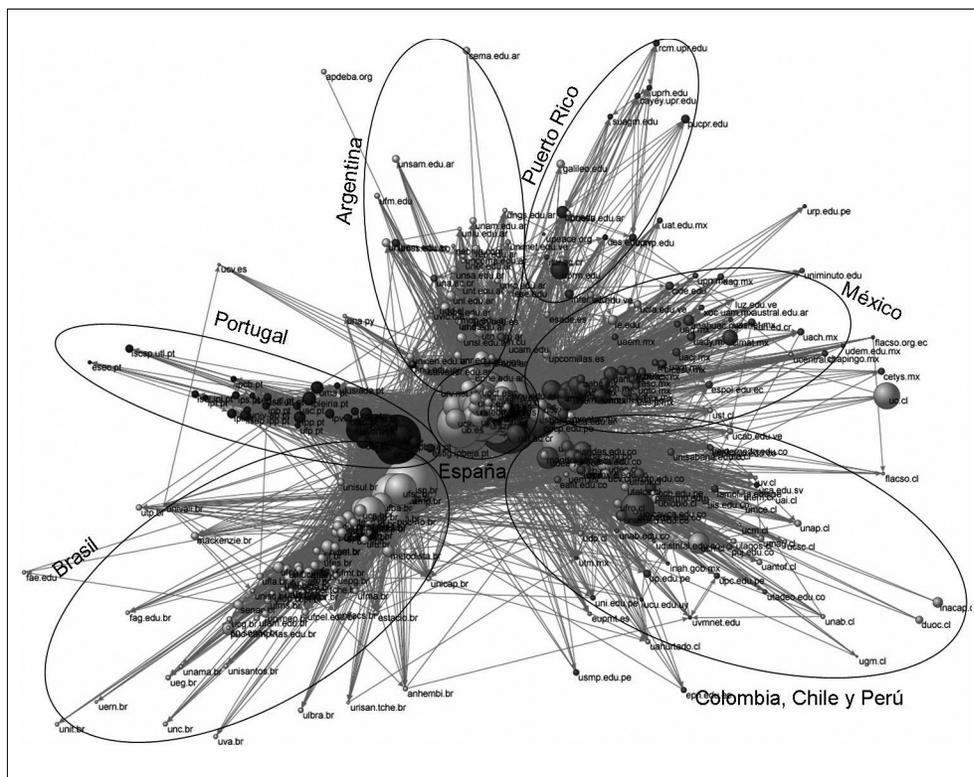
5.3. Red universitaria

La Figura 3 muestra la red de las 350 universidades iberoamericanas más importantes en la web. Esta red se ha energizado a través del algoritmo de Fruchterman-Reingold (1991). Este algoritmo actúa como un mecanismo de repulsión alejando los nodos más aislados y acercando los más conectados. Esta característica le permite visualizar de forma más clara las subredes que componen la red. La red posee un alto grado de cohesión ya que su diámetro es de 4 clics, detectándose una distancia media de 2,13 clics. Sin embargo, su cohesión no es mayor que la europea (Ortega *et al*, 2008), quizás debido a las diferencias lingüísticas y geográficas.

Como se aprecia claramente las universidades se agrupan por sus respectivos países, así se aprecia el grupo de universidades portuguesas, brasileñas, españolas y mexicanas. Además, existe un criterio lingüístico y cultural que relaciona los grupos entre sí. Así se aprecia dos ejes que conforman la red: el eje portugués, constituido por Brasil y Portugal y el eje español, formado por el resto de

FIGURA 3

Red de los 350 dominios iberoamericanos en la web



países iberoamericanos. Al igual que las Figuras 1 y 2, se aprecia la posición central de las universidades españolas, las cuales articulan la subred hispanoamericana y la subred luso-americana. Esta afirmación es corroborada al aplicar la técnica de k -cores, a través de la cual podemos detectar el núcleo más denso y conectado de la red. Esta técnica ha identificado a un grupo de 70 universidades conectadas entre sí con un grado 47. De entre ellas 50 (71%) son españolas.

Por otro lado se aprecia que las universidades de mayor tamaño poseen una posición más central, ya que existe una fuerte relación entre el número de páginas y los enlaces entrantes por cada dominio web.

El gráfico muestra también decisiones erróneas que afectan seriamente a la situación de una universidad en la web. Este es el caso de la Pontificia Universidad Católica de Chile (uc.cl). Recientemente cambió su dominio de upc.cl a uc.cl esto le ha causado perder gran parte de los enlaces que recibía. Por este motivo, podemos apreciar claramente como dicha universidad se encuentra muy alejada del centro a pesar del volumen considerable de páginas. Este tipo de decisiones genera una gran cantidad de enlaces rotos que afectan considerablemente a la pérdida de tráfico hacia dichos dominios web.

En la Tabla II se ordenan las universidades más importantes por su grado de centralidad en la red. Estas son la Universidad Nacional Autónoma de México (unam.mx) en México ($k = 0,618$), la Universidad de Sao Paulo (usp.br) en Brasil ($k = 0,485$) y la Universidad de Granada (ugr.es) en España ($k = 0,444$). Como se puede apreciar de las 10 primeras universidad por su grado de centralidad 5 son españolas, 3 brasileñas y 2 mexicanas. Esto confirma la observación anterior de que la red española es el centro de la red, secundada por México y Brasil.

TABLA II
Universidades por su grado de centralidad

País	Universidad	Dominio web	Grado	Grado entrante	Grado saliente
MX	U. Nacional Autónoma de México	unam.mx	0,618	0,830	0,555
BR	U. de Sao Paulo	usp.br	0,485	0,808	0,507
ES	U. de Granada	ugr.es	0,444	0,833	0,366
ES	U. Complutense de Madrid	ucm.es	0,386	0,667	0,467
BR	U. Federal de Santa Catarina	ufsc.br	0,368	0,805	0,335
BR	U. Federal do Rio Grande do Sul	ufrgs.br	0,365	0,696	0,363
ES	U. Politécnica de Madrid	upm.es	0,356	0,664	0,346
ES	U. de Zaragoza	unizar.es	0,332	0,756	0,312
ES	U. de Barcelona	ub.es	0,330	0,693	0,309
MX	U. de Guadalajara	udg.mx	0,262	0,790	0,232

También es llamativo que aunque España es la subred con mayor centralidad, sea la UNAM de México la que posee mayor grado de centralidad. Este hecho ha sido también observado por Ortega y Aguillo (2009) con respecto a la red mundial. Con lo que podemos afirmar que la principal universidad en la web del ámbito hispano parlante es la UNAM.

Como se aprecia en la Figura 3, cada universidad está agrupada con las universidades de su propio país, detectándose subredes nacionales que convergen en el centro con las restantes subredes de cada país. El grado de intermediación nos permite conocer qué universidades median entre sus propias subredes locales y el conjunto de toda la red. La Tabla III nos muestra la principal universidad de cada uno de los 10 primeros países. Como en la Tabla II, la UNAM vuelve a ser la universidad con mayor intermediación, siendo la universidad que más universidades mantiene conectadas a la red, concretamente un 15%. El resto de universidades destacan dentro de su país como es la U. de Sao Paulo en Brasil, la U. de Chile en Chile y la U. de Buenos Aires en Argentina. Por lo que podemos considerar que estas universidades actúan de puente entre sus redes locales y la red iberoamericana.

TABLA III

Primeras universidades de cada país por su grado de intermediación

País	Universidad	Dominio web	Grado de intermediación
MX	U. Nacional Autónoma de México	unam.mx	0,1509
BR	U. de Sao Paulo	usp.br	0,0751
CL	U de Chile	uchile.cl	0,0416
ES	U. de Granada	ugr.es	0,0344
AR	U. de Buenos Aires	uba.ar	0,0254
PT	U de Coimbra	uc.pt	0,0188
PE	Pontificia U. Católica del Perú	pucp.edu.pe	0,0092
CO	Pontificia U. Javeriana de Bogotá	javeriana.edu.co	0,0082
CR	U. de Costa Rica	ucr.ac.cr	0,0052
EC	U. Técnica Particular de Loja	utpl.edu.ec	0,0038

6. Discusión

Los resultados obtenidos permiten ponerlos en contexto con análisis precedentes relacionados con la web académica en distintos ámbitos. Al igual que Heimeriks y Van den Besselaar (2006), Ortega *et al* (2008) y Ortega y Aguillo (2008), la web académica iberoamericana se estructura en subredes nacionales

que agrupan las universidades que pertenecen a un mismo país. Sin embargo, por las características propias de la red iberoamericana, emerge un factor lingüístico (Thelwall, Tang y Price, 2003) que ayuda a comprender la configuración de la red. Así se aprecia dos zonas diferenciadas: la hispano-parlante y la luso-parlante. Este patrón también ha sido detectado en el análisis de la web académica canadiense (Vaughan, 2006) y europea (Ortega *et al*, 2008). Por otro lado, la posición central de las universidades españolas en la red iberoamericana contrasta con su posición periférica en la red europea (Ortega y Aguillo, 2007), lo que nos sugiere que la red española está más volcada hacia el mundo iberoamericano a la vez que nos informa del peso que el factor lingüístico puede poseer a la hora de la configuración de los espacios académicos en la web.

7. Conclusiones

La red iberoamericana de universidades en la web está constituida por subredes nacionales donde cada universidad se agrupa con las de su propio país. De esta forma, existe un factor geográfico que explica la agrupación de universidades en subredes nacionales. Dichas subredes se relacionan entre sí de acuerdo a dos ejes lingüísticos que caracterizan a la web académica Iberoamericana. Por un lado, el eje luso-parlante representado por Brasil y Portugal y por otro el eje hispanohablante representado por el resto de países iberoamericanos. El conjunto de la red descansa sobre la red española ya que el 71% de las universidades agrupadas en el núcleo más conectado de la red son españolas. De esta forma la red española actúa de vínculo entre las dos subgrupos lingüísticos. Por un lado articula la red en portugués a través de sus fuertes vínculos con la red portuguesa y por otro relaciona la red hispana a través de México. Pese a esto la UNAM es la principal universidad en la red ya que posee el mayor grado de centralidad y de intermediación en la red.

8. Bibliografía

- Aguillo, I. F. (2005): Indicadores de contenidos para la web académica iberoamericana. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, diciembre, (15). http://www2.ub.edu/bid/consulta_articulos.php?fichero=15aguil2.htm [Consulta: 29-10-2008].
- Aguillo, I. F.; Granadino, B., y Llamas, G. (2005): Posicionamiento en el web del sector académico iberoamericano. *Interciencia*, vol. 30 (12), 735-738.
- Aguillo, I. F.; Granadino, B.; Ortega, J. L. y Prieto, J. A. (2006): Scientific Research Activity and Communication Measured With Cybermetrics Indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 57 (10), 1296-1302.
- Aguillo, I. F.; Ortega, J. L.; Prieto, J. A., y Granadino, B. (2007): Indicadores web de actividad científica formal e informal en Latinoamérica. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 30 (1), 49-60.

- Baeza-Yates, R.; Castillo, C., y Lopez, V. (2005): Characteristics of the Web of Spain. *Cybermetrics*, vol. 9 (1), paper 3 <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v9i1p3.html> [Consulta: 29-10-2008].
- Baeza-Yates, R.; Castillo, C., y Graells, E. (2006): *Características de la Web Chilena 2006*. Universidad de Chile: Santiago http://www.ciw.cl/material/web_chilena_2006/index.html [Consulta: 29-10-2008].
- Bates, A. (2001): *Cómo gestionar el cambio tecnológico: Estrategias para los responsables de centros universitarios*. Barcelona, Spain; Gedisa/Universitat Oberta de Catalunya
- Björneborn, L. (2001): Small-world linkage and co-linkage. En *Proceedings of the 12th ACM conference on hypertext and hypermedia*. New York: ACM Press, pp. 133-134.
- Bordignon, F. R. A.; Lavallen, P. J., y Tolosa, G. H. (2006): El Estado de la Web de Paraguay y la Sociedad de la Información, En *Proceedings of the I Congreso Internacional y VI Congreso Nacional de Bibliotecarios, Documentalistas y Archivistas del Paraguay*, Asunción, Paraguay.
- Bordignon, F. R. A., y Tolosa, G. H. (2006): Characterization of South American Educational Web Domains, En *Proceedings Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. CACIC 2006, Potrero de los Funes, Argentina.
- Broder, A.; Kumar, R.; Maghoul, F.; Raghavan, P., y Stata, R. (2000): Graph structure in the Web. En *Proceedings of the 9th International World Wide Web Conference*, Elsevier; Amsterdam.
- Caraballo Pérez, Y.; Torres Cárdenas, V.; Noda Amorós, A. C., y Herrera Toscano, J. A. (2008): Medidas de popularidad de la educación superior cubana: un análisis web-métrico. *El Profesional de la Información*, vol. 17 (4).
- Chen, C. (2003): *Mapping Scientific Frontiers: The Quest for Knowledge Visualization*. London: Springer-Verlag, p. 256.
- Cothey, V. (2005): Some preliminary results from a link-crawl of the European Union Research Area Web. En Ingwersen, P; Larsen, B. (editores) *Proceeding of the 10th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Karolinska University Press; Stockholm.
- Fruchterman, T. M. J., y Reingold, E. M. (1991): Graph Drawing by Force-Directed Placement. *Software: Practice and Experience*, 21 (11), 1129-1164.
- Grupo SCImago (2007): Ranking de instituciones de investigación iberoamericanas (RI3). *El Profesional de la Información*, 16 (3), 258-260.
- Heimeriks, G., y Van den Besselaar, P. (2006): Analyzing hyperlinks networks: The meaning of hyperlink based indicators of knowledge production. *Cybermetrics*, 10 (1,1). <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v10i1p1.html> [Consulta: 29-10-2008].
- Ingwersen, P. (1998): The Calculation of Web Impact Factors. *Journal of Documentation*, vol. 54 (2), 236-243.
- Jenks, G. F. (1963): Generalization in statistical mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 53, 15-26.
- Kretschmer, H., y Kretschmer, T. (2006): Application of a New Centrality Measure for Social Network Analysis to Bibliometric and Webometric Data. *Proceeding of the IEEE International Conference on Digital Information Management (ICDIM)*. IEEE; Bangalore, India.

- MapView [cd-rom]. Ver. 6.01.23 [Estados Unidos]: Golden Software, Inc., c1993-2005. Programa informático.
- Nooy, W. de; Mrvar, A., y Batagelj, V. (2005): *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press; Cambridge, UK, p. 362.
- Ortega, J. L., y Aguillo, I. F. (2007): La Web académica española en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior: Estudio exploratorio. *El profesional de la información*, vol. 16 (5), 417-425.
- Ortega, J. L., y Aguillo, I. F. (2008): Visualization of the Nordic academic web: Link analysis using social network tools. *Information Processing & Management*, vol. 44 (4), 1624-1633.
- Ortega, J. L., y Aguillo, I. F. (2009): Mapping World-class universities on the Web. *Information Processing & Management*, 45(2), 272-275.
- Ortega, J. L.; Aguillo, I. F.; Cothey, V., y Scharnhorst, A. (2008): Maps of the academic web in the European Higher Education Area - an exploration of visual web indicators. *Scientometrics*, vol. 74 (2), 295-308.
- Polanco, X.; Boudourides, M.; Besagni, D., y Roche, I. (2001): Clustering and Mapping European University Web Sites Sample for Displaying Associations and Visualizing Networks. *Proceeding of the NTIS&ETK 2001 Conference*. Hersonissos, Crete.
- Ryan, S.; Scott, B.; Freeman, H., y Patel, D. (2000): *The Virtual University – the Internet and Resource Based Learning*. Kogan Page; London, UK, p. 192.
- Seidman, S. B. (1983): Network structure and minimum degree. *Social Networks*, vol. 5, 269-287.
- Smith, A. G. (2008): Benchmarking Google Scholar with the New Zealand PBRF research assessment exercise. *Scientometrics*, vol. 74 (2), 309-316.
- Thelwall, M. (2002a): A research and institutional size based model for national university web site interlinking. *Journal of Documentation*, vol. 58 (6), 683-694.
- Thelwall, M. (2002b): Evidence for the existence of geographic trends in university web site interlinking. *Journal of Documentation*, vol. 58 (5), 563-574.
- Thelwall, M. (2004): *Link Analysis: An Information Science Approach*. Academic Press; San Diego, p. 282
- Thelwall, M., y Aguillo, I. F. (2003): La salud de las Web universitarias españolas. *Revista Española De Documentación Científica*, vol. 26 (3), 271-305.
- Thelwall, M., y Harries, G. (2003): The Connection Between the Research of a University and Counts of Links to Its Web Pages: an Investigation Based Upon a Classification of the Relationships of Pages to the Research of the Host University. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 54 (7), 594-602.
- Thelwall, M., y Harries, G. (2004): Do The Web Sites of Higher Rated Scholars Have Significantly More Online Impact? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 55(2), 149-159.
- Thelwall, M.; Tang, R., y Price, L. (2003): Linguistic Patterns of Academic Web Use in Western Europe. *Scientometrics*, vol. 56 (3), 417-432.
- Thelwall, M., y Zuccala, A. (2008): A University-Centred European Union Link Analysis. *Scientometrics*, vol. 75 (3), 407-420.

- Tolosa, G.; Bordignon, F.; Baeza-Yates, R., y Castillo, C. (2007): Characterization of the Argentinian Web, *Cybermetrics*, vol. 11(1), paper 3. <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v11i1p3.html> [Consulta: 29-10-2008].
- Vanti, N. (2005): Os links e os estudos webométricos. *Ciência da Informação*, vol. 34 (1), 78-88.
- Vaughan, L. (2006): Visualizing linguistic and cultural differences using Web co-link data. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 57 (9), 1178-1193.
- Vaughan, L., y Thelwall, M. (2005): A modeling approach to uncover hyperlink patterns: The case of Canadian universities. *Information Processing & Management*, vol. 41 (2), 347-359.

La accesibilidad de las webs de las universidades españolas. Balance 2001-2006

Mireia Ribera*, Miquel Térmens*, Amparo Frías*

Resumen: El estudio analiza el nivel de cumplimiento que el año 2006 hacían las sedes web de las universidades españolas de las *Pautas de accesibilidad al contenido de la web* (WCAG), versión 1.0, en su nivel A. Los resultados del análisis se comparan con los obtenidos el año 2001. Por el lado positivo se observa una mayor implantación de las alternativas a gráficos, hojas de estilo CSS y de las alternativas a Flash y PDF; y que un número mayor de universidades (10 en total) logra en 2006 un cumplimiento al 100% del nivel A de las WCAG. Por el lado negativo se observa una peor calidad de los textos y un menor cumplimiento de las normas de accesibilidad, respecto a los resultados del año 2001, en las páginas de los planes de estudio, usualmente generadas de forma automática. El estudio, de forma complementaria, también analiza el nivel de seguimiento de los indicadores de la norma 508 de Estados Unidos y de otros 5 indicadores adicionales de usabilidad. En cuanto al cumplimiento de la norma 508, no obligatoria en España, ninguna universidad logra el 100% de cumplimiento. Respecto a los otros indicadores el cumplimiento es de un 65%. Como resultado global se constata que el nivel de accesibilidad sigue en niveles bajos, similar al del año 2001, y con grandes diferencias entre centros; estos resultados indican un nivel de cumplimiento menor del que cabría esperar por los cambios aplicados en la legislación española a favor de la accesibilidad de los sitios web.

Palabras clave: accesibilidad, usabilidad, WAI, WCAG, universidad española.

The accessibility of Spanish university web sites. A 2001-2006 assessment

Abstract: *This study examines the compliance of the web sites of Spanish universities with level A of the Web Content Access Guidelines (WCAG) v. 1.0 in 2006, and compares the obtained results with those of 2001. On the positive side, in 2006 more use of alternatives to graphics was made, cascading style sheets and the use of Flash and PDF. In addition, more universities (10 in total) complied 100% with the WCAG at level A. On the negative side, the texts were of poorer quality than in 2001, and fewer complied with accessibility standards with respect to plans of study, which were usually automatically generated. An analysis was also made of the compliance of indicators with American standard 508 (which is not mandatory in Spain) and five other usability indicators. No university complied 100% with standard 508; compliance with the other indicators was 65%. The results show that the level of accessibility remains low, similar*

* Departament de Biblioteconomia i Documentació, Universitat de Barcelona. Correo-e: ribera@ub.edu, termens@ub.edu, empar.frias@castellbisbal.cat.

Recibido: 1-10-08; 2.^a versión: 11-1-09.

in fact to the situation in 2001, but with large differences between universities. Indeed, the level of compliance is less than that which might be expected given the changes in Spanish law made to favour access to public web sites.

Keywords: accessibility, usability, WAI, WCAG, Spanish universities.

1. Introducción

El año 2001 los autores del presente artículo ya estudiamos el nivel de accesibilidad de las sedes web de las universidades españolas (Térmens, Ribera, Sulé, 2003). Comprobamos el nivel de cumplimiento en esas páginas de las directrices de las *Pautas de accesibilidad al contenido de la web* —WCAG—, versión 1.0 de mayo de 1999, publicadas por el World-Wide Web Consortium —W3C— (Web, 1999).

En ese momento las directrices WCAG no eran de obligado cumplimiento en España aunque, como ya se indicaba en aquel estudio, a nivel internacional se estaban adoptando rápidamente como norma obligatoria, al menos para las sedes web dependientes de la administración pública. Desde esa fecha, la situación legal ha cambiado bastante en España, en parte por requerimiento de la Unión Europea y en parte como resultado del despliegue normativo de la legislación de accesibilidad en España. En el transcurso de estos años también se ha constatado un claro avance en la sensibilización general respecto a la problemática de la accesibilidad electrónica. En este contexto, y transcurridos cinco años desde el estudio inicial, pareció oportuno ejecutar una nueva revisión de la accesibilidad de las sedes web de las universidades españolas. Con ella pretendemos medir cuál ha sido el impacto real, efectivo, de los cambios legales y del aumento de la sensibilización hacia la accesibilidad web. Estos resultados han de ser esclarecedores de la situación actual, en un momento en el que la última legislación española reglamenta que a partir de 31 de diciembre de 2008 todos los sitios web dependientes de las administraciones públicas han de ser accesibles no solo a un nivel «A», como el estudiado en el presente trabajo, sino en el nivel superior «AA». Recordemos que las directrices WCAG establecen tres niveles de cumplimiento —A, AA y AAA—, según el nivel creciente de soluciones de accesibilidad aplicadas, siendo A un nivel básico y AAA un nivel completo. La mayoría de gobiernos han optado por establecer en el nivel intermedio «AA» la obligatoriedad en sus respectivas legislaciones de accesibilidad en la web.

2. Revisión bibliográfica

Desde 2001 la evaluación de la accesibilidad de sitios web universitarios ha sido un campo activo de investigación con numerosas publicaciones; una buena recopilación se puede consultar en Web Accessibility Survey Site, mantenido por Axel Schmetzke, en <http://library.uwsp.edu/aschmetz/Accessible/websurveys.htm>.

En España el Observatorio de la InfoAccesibilidad Digital¹, dependiente de Discapnet, ha realizado diversos estudios sobre portales españoles, entre ellos destacamos *La accesibilidad de los portales universitarios en España* (Accesibilidad, 2004), con un planteamiento bastante paralelo al presente, aunque con una menor cobertura de centros y sin incorporar un análisis comentado. También se ha de mencionar el estudio realizado por la consultora Acctiva (Breve, 2004). Otros estudios han preferido realizar análisis más profundos, incluyendo aspectos de usabilidad, (García, 2006) aunque a veces centrándose en un número limitado de universidades (Pinto et al., 2005). Nuestro propio equipo también ha publicado estudios regionales (Térmens, Ribera, Sulé, 2002; Térmens, 2002).

Aunque muchos de los estudios siguen basándose exclusivamente en las WCAG la tendencia más actual es completar la evaluación de la accesibilidad con otras herramientas propias de la ingeniería de la usabilidad: test de usuarios, revisión de directrices diversas, encuestas o focus groups. En el plano teórico, Kelly y Sloan (Kelly, 2005) (Sloan, 2006) abogan por una implementación holística de las WCAG que tenga en cuenta el contexto, la audiencia, etc.; Mankoff (Mankoff, 2005) compara diversos métodos para evaluar la accesibilidad para personas ciegas y recomienda el uso de la técnica de screening con lectores de pantalla con mejores resultados que la aplicación de directrices; Milne (Milne, 2005) menciona las flaquezas de las WCAG para personas mayores y propone soluciones. A nivel aplicado, el estudio de la Disability Rights Commission (DRC, 2004) creó mucha polémica al cuestionar la validez de las WCAG como único método de evaluación. En la línea de estas visiones, compartidas por los autores, la investigación presentada se ofrece como una revisión diacrónica del estudio de 2001; los resultados también se han de entender como un simple indicador de la accesibilidad.

3. El contexto español

El cambio más importante para la accesibilidad web ha sido el despliegue normativo a nivel europeo y en España de los principios de accesibilidad universal. Este estudio pretende verificar la trascendencia de estos cambios legislativos en la práctica real del diseño accesible.

A nivel europeo, como parte integral del Plan de Acción para el 2002, de la Iniciativa *eEurope*, la Comisión Europea presentó el 25 de septiembre de 2001 la comunicación *eEurope 2002: Accesibilidad de los sitios Web públicos y de su contenido*², que insistió en la exigencia de cumplir con los plazos marcados y, por tanto, en que los sitios web de la administración pública cumplieran a finales del año 2001 con el nivel «A» de las pautas WCAG.

¹ http://www.dicapnet.es/Dicapnet/Castellano/Observatorio_infoaccesibilidad/default.htm.

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0529:FIN:ES:PDF>.

El 14 de enero de 2003 el Consejo de la Unión Europea adoptó la resolución *Mejorar el acceso de las personas con discapacidad a la sociedad del conocimiento*³ que instaba a los estados miembros a llevar a cabo una serie de medidas para fomentar la accesibilidad electrónica. Posteriormente, en la directiva 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, se establecían los criterios de accesibilidad en los procedimientos de adjudicación de los contratos públicos de obras, de suministro y de servicios; la directiva establecía el 31 de enero de 2006 como fecha límite para la adaptación de las distintas legislaciones nacionales⁴. En septiembre de 2005, se publicó una nueva comunicación COM(2005)425 de la Comisión *eAccessibility*, en la que se insistía en la necesidad de la accesibilidad electrónica⁵.

En España como primera ley importante cabe citar la *Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico* (LSSICE). En materia de accesibilidad dispone que las administraciones públicas y los servicios por ellas financiados deberán ser accesibles antes del 31 de diciembre de 2005, y que se promoverá la adopción de normas de accesibilidad a otros actores de la sociedad de la información.

Aún así, la *Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad* (LIONDAU), que no se desplegó totalmente hasta el año 2007, es la que concreta y estipula las medidas exactas en las que consistirá la promoción y obligaciones en cuanto a accesibilidad electrónica se refiere. La LIONDAU establece que las páginas web se deberán adaptar a la normativa de accesibilidad vigente y comúnmente aceptada, es decir las WCAG. En la legislación española una ley no puede basarse en una norma no publicada por un organismo normativo oficial, y por ello se ha tenido que realizar una adaptación de las WCAG al entorno español, con la aprobación de la norma UNE 139803:2004. Requisitos de Accesibilidad para Contenidos en la Web (BOE de 19-02-2005).

Como complemento a las políticas de información que promueven la accesibilidad se han realizado importantes campañas de sensibilización. En la Unión Europea se instituyó 2003 como *Año europeo de las personas con discapacidad* con múltiples eventos⁶ en diversos países. El 2004 fue también el *Año iberoamericano de la discapacidad*⁷. Finalmente cabe señalar que desde 2005, el 17 de mayo ha sido designado a nivel mundial con el *Día de Internet*, a fin de promover su uso.

³ <http://register.consilium.eu.int/pdf/es/03/st05/st05165es03.pdf>.

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:134:0114:0240:ES:PDF>.

⁵ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0425:FIN:ES:PDF>.

⁶ <http://www.able.ie/eypdcntmgmt.nsf/marchtomay?OpenForm>.

⁷ <http://www.sidar.org/funacti/inter/2004ibero.php>.

4. Metodología

La metodología utilizada es prácticamente idéntica a la ya usada en nuestro estudio del año 2001 (Térmens, Ribera, Sulé, 2003). El universo estudiado han sido todas las universidades españolas sin ninguna distinción por titularidad privada o pública, tomando como base el listado oficial del Ministerio de Ciencia e Innovación⁸. Hay que tener en cuenta que las universidades privadas, como tales, no están sujetas a los compromisos de la administración pública en cuanto a cumplimiento de las pautas de accesibilidad y otros; aún así, en este estudio se les ha dado un tratamiento equivalente a las universidades públicas a fin de facilitar una visión global de la oferta en educación superior en España. Solamente se han excluido las universidades de verano y las internacionales, como la Menéndez Pelayo, por entender que no forman parte del sistema reglado español de enseñanza superior. Estos parámetros dan un total de 72 universidades, un número superior al de 65 universidades existentes el año 2001. Con el fin de comparar los resultados de las dos muestras, sólo se han observado los datos de las 65 universidades ya existentes el 2001.

De cada institución se han analizado dos páginas consideradas como representativas de cada web. Estas páginas son:

- Página inicial o homepage del web institucional de la universidad: por ser una página de paso obligado a cualquier otra y porque suele ser el máximo exponente de las tecnologías usadas en el web corporativo.
- Página del primer plan de estudios que se localiza por orden de lectura (normalmente por orden alfabético): por ser una página que suele estar generada de forma automática y permite observar la implementación de los criterios de diseño en plantillas y diseños automatizados.

La recogida de datos se realizó en el mes de abril de 2006. Los distintos indicadores fueron observados de forma manual con la ayuda, en algunos casos, de la herramienta de diagnóstico AIS Web Accessibility Toolbar⁹.

En cada caso se comprobó el grado de cumplimiento de las recomendaciones WCAG 1.0 en su nivel A, de la norma 508 y de 5 indicadores adicionales.

La norma 508 solo es de uso obligatorio en Estados Unidos y su conocimiento en España solo está extendido entre especialistas en accesibilidad; por esta razón no se puede exigir su seguimiento. Si se ha incluido su valoración en este estudio es porque las normas específicas 508 marcan un grado superior de exigencia que aparecen recogidas en las nuevas normativas del Consorcio (WCAG 2.0) y para facilitar una posible comparación de los resultados con los obtenidos en estudios similares en Estados Unidos. Medir el uso de la norma 508 equivale a testear hasta qué punto la adaptación de los web a las reglas de accesibilidad se realiza simplemente por imperativo legal o además por convencimiento, yendo un punto más allá de la norma vigente.

⁸ <http://www.micinn.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=5000&area=ccuniv>.

⁹ <http://www.visionaustralia.org.au/ais/toolbar/>.

Además de los indicadores WCAG y 508, se ha valorado el cumplimiento de cinco indicadores adicionales, que a consideración de los autores son importantes dentro de una visión no normativa de la accesibilidad: que el contenido multimedia sea accesible, disponibilidad de vínculos con texto significativo, disponibilidad de versión noframes, que las páginas dispongan de un título significativo y que se incorporen metadatos descriptivos del contenido.

5. Resultados

5.1. Cumplimiento de la norma WCAG 1.0

Los resultados por indicadores muestran grandes diferencias entre ellos. En las páginas principales (Tabla I), presentan un alto grado de cumplimiento los

TABLA I
Datos globales WCAG página institucional

Indicadores WCAG		2006			2001		
		Casos	Acce-sible	% Accesi-bilidad	Casos	Acce-sible	% Accesi-bilidad
1.1	Alternativa a gráficos	64	34	53,13	62	10	16,13
1.2, 9.1	Mapas cliente o redundantes	26	25	96,15	31	31	100,00
1.3	Descripción auditiva alternativa	6	1	16,67	2	1	50,00
1.4	Alternativa a presentación mul-timedia	2	0	0,00	0	0	—
2.1	Legible sin color	61	55	90,16	65	65	100,00
4.1	Cambio explícito de idioma	46	5	10,87	19	0	0,00
5.1	Tablas con cabecera TH	2	0	0,00	1	0	0,00
5.2	Tablas con datos agrupados	1	0	0,00	1	0	0,00
6.1	Legible sin CSS	62	50	80,65	17	5	29,41
6.2	Alternativa a dinámico	5	0	0,00	0	0	—
6.3	Legible sin scripts	60	27	45,00	49	19	38,78
7.1	Sin parpadeo	65	53	81,54	63	52	82,54
8.1	Scripts legibles con tecnologías asistencia	0	0	—	0	0	—
11.4	Alternativa a Flash, PDF	7	4	57,14	9	0	0,00
12.1	Marcos con título significativo	10	3	30,00	15	8	53,33
14.1	Lenguaje claro	65	59	90,77	65	64	98,46

indicadores de «Mapas cliente o reedundantes», «Legible sin color», «Legible sin CSS», «Sin parpadeo» y «Lenguaje claro». En los planes de estudios (Tabla II), vuelven a destacar los mismos indicadores, excepto el último.

TABLA II
Datos globales WCAG página plan de estudios

Indicadores WCAG		2006			2001		
		Casos	Acce-sible	% Accesi-bilidad	Casos	Acce-sible	% Accesi-bilidad
1.1	Alternativa a gráficos	49	15	30,61	55	9	16,36
1.2, 9.1	Mapas cliente o redundantes	8	7	87,50	12	11	91,67
1.3	Descripción auditiva alternativa	1	0	0,00	1	1	100,00
1.4	Alternativa a presentación mul-timedia	2	1	50,00	0	0	—
2.1	Legible sin color	62	59	95,16	65	65	100,00
4.1	Cambio explícito de idioma	20	2	10,00	5	0	0,00
5.1	Tablas con cabecera TH	58	8	13,79	45	0	0,00
5.2	Tablas con datos agrupados	35	2	5,71	6	0	0,00
6.1	Legible sin CSS	44	40	90,91	13	4	30,77
6.2	Alternativa a dinámico	2	1	0,00	0	0	—
6.3	Legible sin scripts	43	24	55,81	23	11	47,83
7.1	Sin parpadeo	63	62	98,41	61	59	96,72
8.1	Scripts legibles con tecnologías asistencia	0	0	—	0	0	—
11.4	Alternativa a Flash, PDF	13	2	15,38	7	0	0,00
12.1	Marcos con título significativo	14	5	35,71	20	10	50,00
14.1	Lenguaje claro	63	33	52,38	65	64	98,46

Si comparamos estos resultados con los obtenidos el año 2001, apreciamos mejoras especialmente en la «Alternativa a gráficos», «Legible sin CSS» y «Alternativa a Flash, PDF». Cabe resaltar que estas mejoras se han conseguido al mismo tiempo que ha aumentado de forma destacada el uso de estas técnicas, como lo prueba el aumento de casos contabilizados el año 2006 respecto el 2001 en la mayoría de indicadores. Tras realizar una prueba de independencia chi cuadrado no se ha podido establecer ninguna relación significativa entre los resultados del año 2006 respecto a los obtenidos el 2001; este resultado es extensible a los datos parciales por universidad descritos en el Anexo I.

A nivel global, se observa que 10 universidades (Autónoma de Madrid, Complutense de Madrid, Castilla-La Mancha, Deusto, Oviedo, Sevilla, Nacional a Distancia, Oberta de Catalunya, Politécnica de Cartagena, Politécnica de Madrid) cumplen al 100% con los indicadores WCAG en su página principal, en cambio solo una (Sevilla) los cumple en su página de plan de estudios. El resto de universidades presentan niveles de cumplimiento inferiores que pueden llegar a un mínimo del 20% en la página principal de Politécnica de Catalunya y del 33,33% en diversas páginas de planes de estudios (Antonio de Nebrija, Autónoma de Barcelona, Illes Balears, Navarra, Miguel Hernández, Pablo de Olavide, Pública de Navarra) (véase Anexo 1). Respecto a las mediciones de 2001, en las páginas principales se constata un aumento de las universidades que alcanzan la excelencia cumpliendo al 100% los indicadores, pero el conjunto de webs no presentan un cambio significativo; en cambio, en las páginas de planes de estudios, los resultados tienden a ser claramente peores (véanse las Figuras 1 y 2).

FIGURA 1
Cumplimiento de las directrices WCAG en las páginas institucionales, 2001-2006

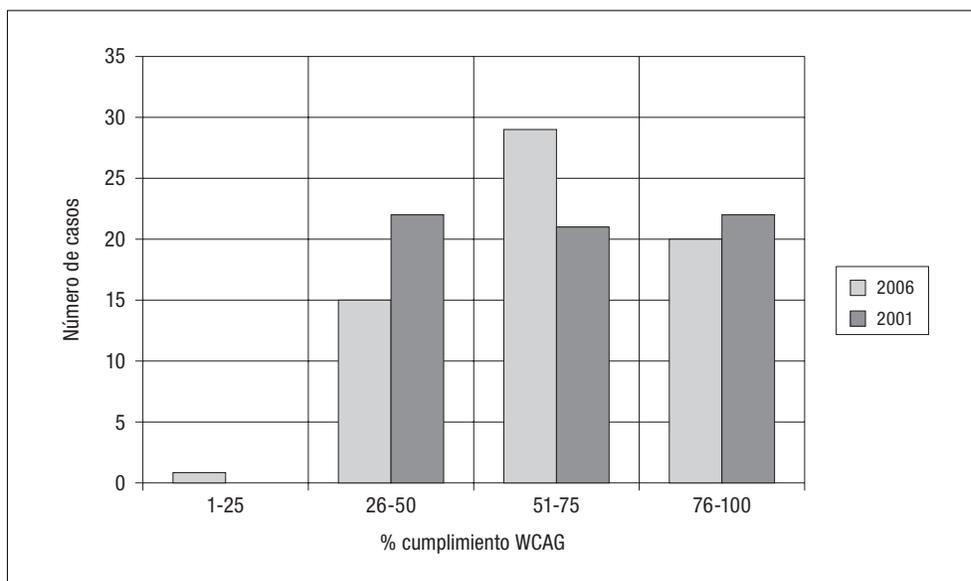
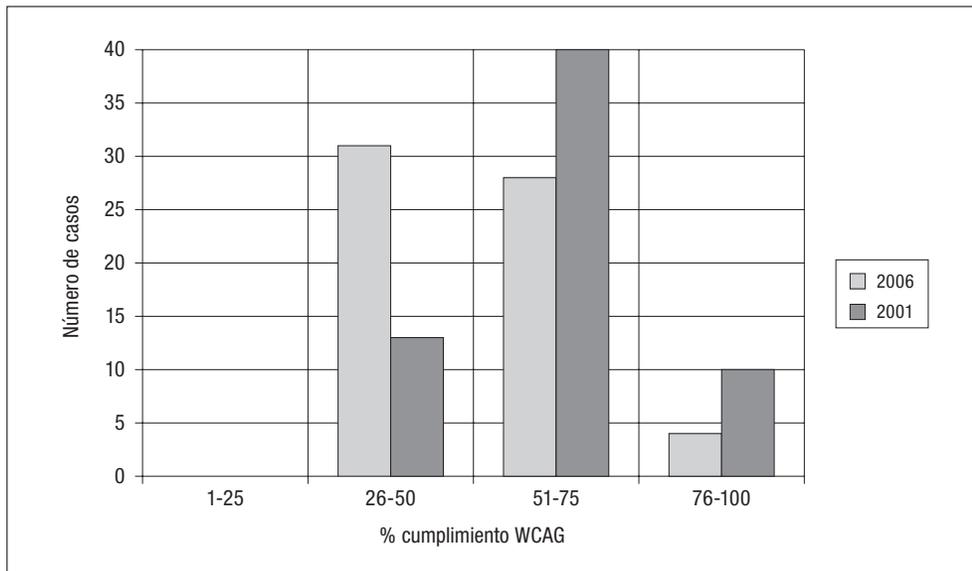


GRÁFICO 2*Cumplimiento de las directrices WCAG en las páginas de planes de estudios, 2001-2006***5.2. Cumplimiento de la norma 508**

Se ha comprobado que el cumplimiento de la norma 508 presenta unos niveles más bajos que el de las normas WCAG. Recordemos que las dos normas comparten un corpus común de parámetros, pero difieren también en parámetros propios de cada una. Si nos fijamos en los indicadores presentes en la norma 508 y no en las WCAG, comprobaremos que estos presentan un bajo nivel de seguimiento entre las universidades españolas (Tablas III y IV). Destacamos los valores

TABLA III*Datos globales 508 página institucional*

Indicadores 508		2006		
		Casos	Accesible	% Accesibilidad
508a	Texto equivalente para elementos no textuales	65	35	53,85
508b	Alternativa a presentación multimedia	2	0	0,00
508c	Análisis del contraste	65	8	12,31
508d	Legible sin CSS	62	50	80,65

TABLA III (continuación)

Indicadores 508		2006		
		Casos	Accesible	% Accesibilidad
508e	Mapas cliente o redundantes	3	2	66,67
508f	Mapas cliente (zonas geométricas)	5	4	80,00
508g	Tablas con cabecera TH	2	0	0,00
508h	Tablas con datos agrupados	1	0	0,00
508i	Marcos con título significativo	10	3	30,00
508j	Sin parpadeo	52	40	76,92
508k	Versión texto accesible	7	3	42,86
508l	Scripts legibles con tecnologías asistencia	0	0	—
508m	Scripts alternativos accesibles	34	2	5,88
508n	Etiquetas en formularios	43	13	30,23
508o	Saltar al contenido	61	10	16,39
508p	Redireccionamientos automáticos	3	0	0,00

TABLA IV

Datos globales 508 página plan de estudios

Indicadores 508		2006		
		Casos	Accesible	% Accesibilidad
508a	Texto equivalente para elementos no textuales	49	15	30,61
508b	Alternativa a presentación multimedia	2	1	—
508c	Análisis del contraste	63	13	20,63
508d	Legible sin CSS	44	39	88,64
508e	Mapas cliente o redundantes	2	1	50,00
508f	Mapas cliente (zonas geométricas)	7	6	85,71
508g	Tablas con cabecera TH	58	8	13,79
508h	Tablas con datos agrupados	35	2	5,71
508i	Marcos con título significativo	14	5	35,71
508j	Sin parpadeo	63	62	98,41
508k	Versión texto accesible	2	1	50,00
508l	Scripts legibles con tecnologías asistencia	0	0	—

TABLA IV (continuación)

Indicadores 508		2006		
		Casos	Accesible	% Accesibilidad
508m	Scripts alternativos accesibles	5	2	40,00
508n	Etiquetas en formularios	21	8	38,10
508o	Saltar al contenido	48	7	14,58
508p	Redireccionamientos automáticos	0	0	—

deficientes obtenidos en los indicadores «508c. Análisis del contraste», «508n. Etiquetas en formularios» y «508o. Saltar al contenido». Hemos observado que no existe una dependencia entre los resultados obtenidos en las páginas institucionales respecto a las páginas planes de estudios según el test de chi cuadrado.

La mayor rigurosidad de la norma 508 se constata en el hecho de que ninguna universidad española, en ninguno de los dos tipos de páginas analizados, alcanza a cumplir al 100% con la misma (Anexo II y Figura 3).

FIGURA 3

Cumplimiento de la norma 508 en las páginas institucionales y de planes de estudios, 2006

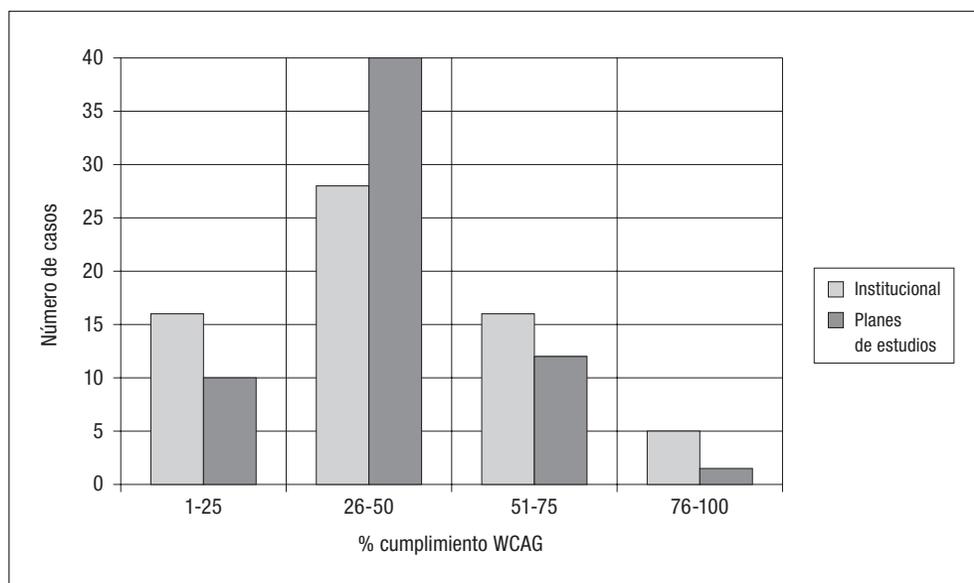


FIGURA 4

Cumplimiento de otros indicadores en las páginas institucionales, 2001-2006

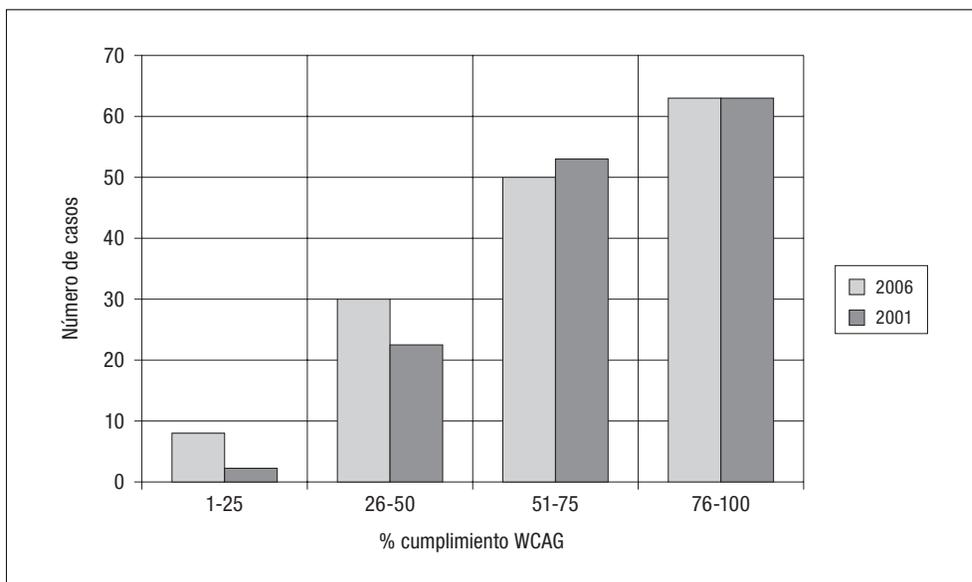
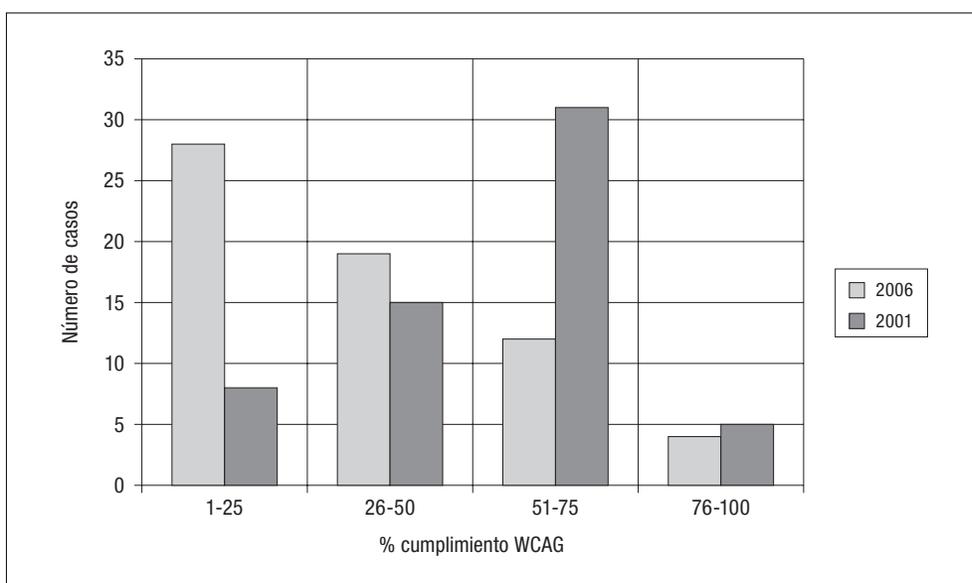


FIGURA 5

Cumplimiento de otros indicadores en las páginas de planes de estudios, 2001-2006



5.3. Cumplimiento de otros indicadores

Respecto a los cinco indicadores adicionales a las WCAG y a la norma 508, los resultados obtenidos el 2006 son parejos a los del año 2001, con un cumplimiento global del 65% en el caso de las páginas institucionales y del 62% en el de las páginas de planes de estudios (Anexo III y Figuras 4 y 5).

6. Discusión

El objetivo de este estudio era medir sobre el terreno los efectos de la nueva legislación española en accesibilidad y de las campañas de sensibilización en el período 2001-2006. En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que estos efectos han sido bastante menores de lo que cabría esperar y es razonable valorar las mejoras en accesibilidad como decepcionantes.

Estos resultados globales no son muy diferentes de los obtenidos en Australia (Alexander, 2003; Alexander, 2007), pero sí difieren de los obtenidos en estudios similares del Reino Unido (Kelly, 2005) y de la Universidad de Wisconsin, USA (Schmetzke, 2005), en los que se aprecia una mejoría con el paso del tiempo. Diversos factores pueden explicar estas diferencias entre países: el grado de implicación de los webmasters con la accesibilidad, los cambios en las tecnologías introducidas en los webs, y la fuerza con la que se hace cumplir la legislación. En cualquier caso, tal y cómo indican algunos autores (Witt, McDermott, 2002) la puesta en práctica de las directrices WCAG no es una tarea simple.

Esto no significa que la construcción de las páginas web no haya cambiado. Como aspecto positivo, una observación atenta muestra que la mayoría de las páginas estudiadas han sido rediseñadas respecto a las existentes el año 2001 y que los cambios aplicados lo han sido en la línea de las recomendaciones de los estándares del W3C. Se nota, por ejemplo, un menor uso de las tablas como herramienta de maquetación y, sobretudo, una aplicación masiva de las hojas de estilo CSS para marcar los elementos tipográficos y, en menor medida, para la maquetación. En sentido negativo cabe remarcar el aumento de los errores en los textos incorporados: errores de sintaxis, de ortografía y de marcaje de los cambios de idioma.

Los resultados obtenidos en las páginas principales y en las de los planes de estudios son diferentes y, en general, son mejores en el primer grupo. Estos dos tipos de páginas presentan contenidos bien diferentes y también se han construido de distinta forma. Las páginas principales en la mayoría de los casos se han diseñado y maquetado de forma manual con el fin de conseguir el mejor impacto gráfico; con este objetivo también suelen incorporar soluciones técnicas más sofisticadas.

Por su parte, las páginas de planes de estudios son generadas de forma dinámica en su totalidad, gracias a sistemas de programación que extraen sus contenidos de las bases de datos corporativas. A nivel técnico son páginas más austeras y con un uso generalizado de las tablas de datos. Es triste comprobar

que las páginas generadas de forma automática no sean accesibles, cuando las herramientas de programación pueden hacer esta tarea bien fácil. Al contrario, se ha constatado que estas páginas son en general menos accesibles que las del otro grupo; ello nos induce a pensar que el problema de la falta de accesibilidad no se encuentra en el lado de las herramientas sino en el de las personas que las usan, en este caso el personal informático.

Finalmente cabe también preguntarse sobre la coherencia de la legislación aprobada en España. En Estados Unidos la promulgación de la norma 508 el año 1998 no solo llevó aparejado su obligado cumplimiento (incluyendo sanciones para los infractores), sino también el establecimiento de mecanismos de difusión de su contenido, de las soluciones a adoptar y de procedimientos para demostrar su observancia. Entre los años 2001 y 2006 en España y también a nivel de la Unión Europea se promulgaron diversos rangos de normas con el fin de impulsar la accesibilidad pero que han adolecido de algunos fallos en su promulgación: en algunos casos no se indicaba claramente qué normas técnicas de accesibilidad había que cumplir, los plazos límite para adaptar las web existentes se han prorrogado más de una vez, no se han establecido los mecanismos para certificar el cumplimiento de la accesibilidad, no se ha concretado un régimen sancionador para los infractores, etc. Es cierto que toda la regulación promulgada el año 2007 está corrigiendo estas deficiencias y en el futuro cabrá esperar una mayor eficacia en la legislación en accesibilidad electrónica, pero en el año 2006 las webs que hemos estudiado aún no habían cambiado radicalmente su nivel de accesibilidad respecto al año 2001, mermando a numerosos ciudadanos con discapacidades su derecho a navegar sin barreras.

En los años transcurridos entre los dos estudios, el mismo concepto de accesibilidad también ha cambiado, como también lo han hecho las herramientas que utilizamos para la consulta de las páginas web. Las mejores prácticas actuales sobre accesibilidad han ido incorporando la filosofía del diseño centrado en el usuario, garante de una accesibilidad real, y que propugna incluir a usuarios con discapacidades en las distintas fases de desarrollo de los sitios web (Petrie, Kheir 2007) (Hassan, Martín, 2004). También las propias directrices WCAG se están reformulando, con la propuesta de nueva versión 2.0 a punto de ver la luz en el momento de redactar este artículo (Web, 2008) Este contexto nos lleva a pensar que la legislación española en accesibilidad digital aún deberá avanzar más, especialmente en medidas de impulso, promoción e incluso sanción y que los responsables de las webs universitarias deberán realizar un esfuerzo suplementario para alcanzar estos nuevos niveles de calidad.

7. Bibliografía

La accesibilidad de los portales universitarios en España (2004): Madrid, Fundosa Teleservicios. 41 p. Disponible en: http://www.discapnet.es/documentos/infoaccesibilidad/tema_01/pdf/Portales_universitarios_detallada.pdf [Consulta: 12-1-2009].

- Breve análisis sobre el estado de accesibilidad de los portales de las universidades públicas españolas* (2004): Acctiva. 10 p. Disponible en: <http://www.acctiva.com/recursos/AcctivaUniversidades.pdf> [Consulta: 12-1-2009].
- Alexander, D. (2003): «How accessible are Australian university web sites». *Ariadne*. 38. Disponible en: <http://www.ariadne.ac.uk/issue38/web-watch/> [Consulta: 12-1-2009].
- Alexander, D., y Rippon, S. (2007). «University website accessibility revisited» *Ausweb 2007*. Disponible en: <http://ausweb.scu.edu.au/aw07/papers/refereed/alexander/paper.html> [Consulta: 12-1-2009].
- Dissability Rights Commission (2004): *The Web. Access and Inclusion for Disabled People. A formal investigation*. London, The Stationery Office.
- García Gómez, J. G. (2006): «Principales barreras de acceso al contenido en internet: análisis de malas prácticas en la representación de información web». *XI Encuentros Internacionales sobre Sistemas de Información y Documentación Ibersid 2006*. Zaragoza, Universidad de Zaragoza.
- Hassan Montero, Y., y Martín Fernández, F. J. (2004): «Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles». *Revista Española de Documentación Científica*. 27 (3), pp. 330-344.
- Kelly, B.; Sloan, D.; Phipps, L.; Petrie, H., y Hamilton, F. (2005): «Forcing standardization or accommodating diversity? A framework for applying the WCAG in the Real World. International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A)». *ACM International Conference Proceeding Series*, vol. 88, New York, ACM. pp. 46-54.
- Mankoff, J.; Fait, H., y Tran, T. (2005): «Is your web page accessible?: A comparative study of methods for assessing web page accessibility for the blind». *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, ACM Press. pp. 41-50.
- Milne, S.; Dickinson A.; Carmichael A.; Sloan D.; Eisma R., y Gregor P. (2005): «Are guidelines enough? An Introduction to designing web sites accessible to older people». *IBM systems journal*, 44 (3), 557-571.
- Petrie, H., y Kheir, O. (2007): «The relationship between accessibility and usability of websites». *Proceedings of the CHI conference on Empirical studies in web interaction*. San Jose, ACM Press, pp. 397-406.
- Pinto, M.; Berrocal, J. L. A.; García, J. A. C., Marcial, V. F.; Figuerola, C. G.; Marco, J. G.; Camarero, C. G., y Rodríguez, A. F. Z. (2005): «Quality assessment of Spanish universities' web sites focused on the European research area». *Scientometrics*, 65 (1), pp. 67-93.
- Schmetzke, Axel (2005): *Web page accessibility on University of Wisconsin campuses: 2005 survey data and seven-year trend data*. Disponible en: <http://library.uwsp.edu/aschmetz/Accessible/UW-Campuses/Survey2005/contents2005.htm> [Consulta: 12-1-2009].
- Sloan, D.; Dickinson, A.; Mcilroy, N., y Gibson, L. (2006): *Evaluating the usability of online accessibility information*. University of Dundee.
- Térmens Graells, M; Ribera Turró, M., y Sulé Duesa, A. (2003): «Nivel de accesibilidad de las sedes web de las universidades españolas» en *Revista Española de Documentación Científica*, 26 (1), pp. 19-37.
- Térmens Graells, M.; Ribera Turró, M., y Sulé Duesa, A. (2002): «L'accessibilitat dels webs de les universitats catalanes», *Item*, 31, pp. 53-76.

Térmens Graells, M. (2002): «La accesibilidad de las webs de las universidades andaluzas» en *XII Jornadas Bibliotecarias de Andalucía*. Málaga, Asociación Andaluza de Bibliotecarios, pp. 213-225.

Web Content Accessibility Guidelines 1.0. W3C Recommendation 5 May 1999. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT> [Consulta: 12-1-2009].

Web Content Accessibility Guidelines 2.0. W3C Candidate Recommendation 30 April 2008. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/> [Consulta: 12-1-2009].

Witt, N. A. J., y McDermott, A. P. (2002): «Achieving SENDA-compliance for web sites in further and higher education: an art or a science?» en Phipps, L., Surherland, A., Seale, J. *Access all areas: disability, technology and learning*. Oxford: ALT/TechDis. pp. 42-49.

Anexos

ANEXO I

Indicadores WCAG por universidades

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Alfonso X el Sabio	40,00	80,00	40,00	42,86
Antonio de Nebrija	50,00	57,14	33,33	66,67
Autónoma de Barcelona	71,43	71,43	33,33	60,00
Autónoma de Madrid	100,00	83,33	40,00	80,00
Camilo José Cela	71,43	50,00	50,00	62,50
Cardenal Herrera - CEU	66,67	60,00	60,00	75,00
Carlos III de Madrid	66,67	71,43	62,50	83,33
Católica de Avila	37,50	80,00	50,00	66,67
Católica San Antonio	33,33	50,00	60,00	60,00
Complutense de Madrid	100,00	50,00	75,00	50,00
A Coruña	33,33	71,43	62,50	75,00
Alcalá	28,57	42,86	40,00	50,00
Alicante	87,50	71,43	44,44	60,00
Almería	80,00	66,67	55,56	60,00
Barcelona	57,14	50,00	50,00	100,00
Burgos	62,50	80,00	75,00	66,67
Cádiz	62,50	80,00	40,00	83,33

ANEXO I (continuación)

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Cantabria	75,00	66,67	50,00	60,00
Castilla-La Mancha	100,00	50,00	71,43	71,43
Córdoba	50,00	33,33	75,00	60,00
Deusto	100,00	37,50	88,89	50,00
Extremadura	57,14	83,33	50,00	85,71
Girona	50,00	42,86	83,33	50,00
Granada	75,00	37,50	75,00	75,00
Huelva	42,86	83,33	60,00	60,00
Illes Balears	66,67	80,00	33,33	57,14
Jaén	66,67	83,33	45,45	75,00
La Laguna	28,57	50,00	40,00	75,00
La Rioja	62,50	80,00	75,00	80,00
Las Palmas de Gran Canaria	50,00	71,43	60,00	75,00
León	66,67	37,50	50,00	80,00
Lleida	71,43	71,43	50,00	57,14
Málaga	66,67	50,00	—	60,00
Mondragón	71,43	75,00	87,50	66,67
Murcia	83,33	66,67	71,43	75,00
Navarra	85,71	83,33	33,33	75,00
Oviedo	100,00	66,67	50,00	100,00
Salamanca	57,14	83,33	60,00	60,00
Santiago de Compostela	87,50	40,00	55,56	66,67
Sevilla	100,00	75,00	100,00	80,00
València	85,71	66,67	50,00	60,00
Valladolid	87,50	80,00	55,56	75,00
Vic	66,67	80,00	50,00	60,00
Vigo	44,44	75,00	44,44	50,00
Zaragoza	37,50	80,00	57,14	57,14
País Vasco	80,00	62,50	50,00	33,33
Europea de Madrid	80,00	50,00	66,67	75,00

ANEXO I (continuación)

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Internacional de Catalunya	85,71	50,00	37,50	50,00
Jaume I de Castellón	62,50	80,00	60,00	66,67
Miguel Hernández de Elche	70,00	83,33	33,33	33,33
Nacional de Educación a Distancia	100,00	60,00	57,14	83,33
Oberta de Catalunya	100,00	42,86	75,00	42,86
Pablo de Olavide	57,14	100,00	33,33	50,00
Politécnica de Cartagena	100,00	80,00	50,00	57,14
Politécnica de Cataluña	20,00	71,43	57,14	57,14
Politécnica de Madrid	100,00	50,00	50,00	66,67
Politécnica de Valencia	71,43	50,00	40,00	37,50
Pompeu Fabra	57,14	50,00	66,67	57,14
Pontificia Comillas	62,50	71,43	66,67	57,14
Pontificia de Salamanca	33,33	40,00	55,56	75,00
Pública de Navarra	62,50	83,33	33,33	66,67
Ramón Llull	62,50	83,33	55,56	57,14
Rey Juan Carlos	66,67	62,50	50,00	62,50
Rovira i Virgili	37,50	80,00	57,14	50,00
San Pablo - CEU	57,14	42,86	-	33,33

ANEXO II

Indicadores 508 por universidades

Universidad	Páginas institucionales	Páginas planes de estudios
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2006
Alfonso X el Sabio	37,50	44,44
Antonio de Nebrija	16,67	14,29
Autónoma de Barcelona	42,86	25,00
Autónoma de Madrid	50,00	66,67

ANEXO II (continuación)

Universidad	Páginas institucionales	Páginas planes de estudios
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2006
Camilo José Cela	20,00	28,57
Cardenal Herrera - CEU	50,00	33,33
Carlos III de Madrid	37,50	37,50
Católica de Avila	14,29	33,33
Católica San Antonio	0,00	66,67
Complutense de Madrid	71,43	66,67
A Coruña	37,50	42,86
Alcalá	14,29	66,67
Alicante	60,00	44,44
Almería	40,00	57,14
Barcelona	16,67	28,57
Burgos	40,00	50,00
Cádiz	40,00	66,67
Cantabria	50,00	28,57
Castilla-La Mancha	80,00	50,00
Córdoba	16,67	50,00
Deusto	66,67	62,50
Extremadura	66,67	57,14
Girona	14,29	50,00
Granada	40,00	33,33
Huelva	33,33	33,33
Illes Balears	60,00	33,33
Jaén	28,57	37,50
La Laguna	0,00	66,67
La Rioja	33,33	37,50
Las Palmas de Gran Canaria	42,86	66,67
León	16,67	25,00
Lleida	66,67	66,67
Málaga	37,50	—
Mondragón	50,00	85,71
Murcia	66,67	37,50

ANEXO II (continuación)

Universidad	Páginas institucionales	Páginas planes de estudios
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2006
Navarra	60,00	22,22
Oviedo	83,33	42,86
Salamanca	33,33	33,33
Santiago de Compostela	66,67	33,33
Sevilla	83,33	71,43
València	75,00	16,67
Valladolid	83,33	50,00
Vic	37,50	33,33
Vigo	0,00	25,00
Zaragoza	16,67	33,33
País Vasco	66,67	33,33
Europea de Madrid	71,43	50,00
Internacional de Catalunya	60,00	50,00
Jaume I de Castellón	28,57	25,00
Miguel Hernández de Elche	44,44	25,00
Nacional de Educación a Distancia	37,50	50,00
Oberta de Catalunya	75,00	42,86
Pablo de Olavide	33,33	33,33
Politécnica de Cartagena	50,00	28,57
Politécnica de Cataluña	0,00	40,00
Politécnica de Madrid	50,00	25,00
Politécnica de Valencia	80,00	37,50
Pompeu Fabra	33,33	44,44
Pontificia Comillas	62,50	50,00
Pontificia de Salamanca	28,57	50,00
Pública de Navarra	25,00	12,50
Ramón Llull	37,50	50,00
Rey Juan Carlos	55,56	28,57
Rovira i Virgili	16,67	28,57
San Pablo - CEU	16,67	—

ANEXO III*Otros indicadores (no WCAG, no 508) por universidades*

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Alfonso X el Sabio	40,00	50,00	50,00	50,00
Antonio de Nebrija	33,33	83,33	0,00	66,67
Autónoma de Barcelona	66,67	66,67	75,00	66,67
Autónoma de Madrid	33,33	66,67	50,00	66,67
Camilo José Cela	50,00	50,00	66,67	25,00
Cardenal Herrera - CEU	75,00	100,00	0,00	—
Carlos III de Madrid	50,00	100,00	66,67	66,67
Católica de Avila	40,00	50,00	33,33	40,00
Católica San Antonio	50,00	66,67	0,00	66,67
Complutense de Madrid	100,00	75,00	100,00	50,00
A Coruña	75,00	50,00	66,67	50,00
Alcalá	66,67	100,00	0,00	66,67
Alicante	100,00	100,00	100,00	33,33
Almería	37,50	100,00	33,33	66,67
Barcelona	75,00	50,00	33,33	100,00
Burgos	50,00	66,67	50,00	66,67
Cádiz	75,00	83,33	50,00	50,00
Cantabria	33,33	50,00	33,33	66,67
Castilla-La Mancha	75,00	40,00	0,00	50,00
Córdoba	66,67	75,00	50,00	66,67
Deusto	75,00	50,00	33,33	66,67
Extremadura	66,67	50,00	66,67	50,00
Girona	25,00	66,67	33,33	33,33
Granada	100,00	50,00	50,00	66,67
Huelva	25,00	66,67	50,00	66,67
Illes Balears	33,33	50,00	25,00	50,00
Jaén	50,00	40,00	25,00	-
La Laguna	20,00	66,67	50,00	66,67
La Rioja	66,67	66,67	25,00	66,67

ANEXO III (continuación)

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Las Palmas de Gran Canaria	83,33	66,67	66,67	66,67
León	75,00	75,00	25,00	100,00
Lleida	100,00	66,67	0,00	66,67
Málaga	25,00	50,00	—	33,33
Mondragón	66,67	66,67	66,67	—
Murcia	75,00	66,67	66,67	66,67
Navarra	100,00	75,00	0,00	66,67
Oviedo	66,67	75,00	0,00	100,00
Salamanca	33,33	66,67	50,00	66,67
Santiago de Compostela	83,33	66,67	0,00	66,67
Sevilla	50,00	62,50	66,67	25,00
València	33,33	66,67	33,33	66,67
Valladolid	66,67	100,00	0,00	66,67
Vic	20,00	0,00	0,00	66,67
Vigo	25,00	50,00	25,00	25,00
Zaragoza	50,00	66,67	0,00	66,67
País Vasco	66,67	50,00	0,00	25,00
Europea de Madrid	80,00	60,00	25,00	75,00
Internacional de Catalunya	50,00	66,67	33,33	66,67
Jaume I de Castellón	50,00	83,33	0,00	—
Miguel Hernández de Elche	50,00	40,00	75,00	66,67
Nacional de Educación a Distancia	100,00	66,67	66,67	66,67
Oberta de Catalunya	100,00	100,00	100,00	66,67
Pablo de Olavide	50,00	100,00	0,00	100,00
Politécnica de Cartagena	75,00	50,00	25,00	66,67
Politécnica de Cataluña	40,00	66,67	0,00	50,00
Politécnica de Madrid	100,00	0,00	0,00	-
Politécnica de Valencia	100,00	66,67	50,00	50,00
Pompeu Fabra	100,00	50,00	25,00	25,00

ANEXO III (continuación)

Universidad	Páginas institucionales		Páginas planes de estudios	
	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001	% cumplimiento indicadores WCAG 2006	% cumplimiento indicadores WCAG 2001
Pontificia Comillas	100,00	66,67	75,00	25,00
Pontificia de Salamanca	40,00	33,33	0,00	50,00
Pública de Navarra	66,67	50,00	33,33	—
Ramón Llull	50,00	50,00	100,00	100,00
Rey Juan Carlos	60,00	60,00	25,00	20,00
Rovira i Virgili	0,00	100,00	0,00	25,00
San Pablo - CEU	20,00	50,00	—	50,00

Opinión de Profesores Titulares y Catedráticos de Universidad acerca de criterios y estándares para la acreditación del profesorado universitario

Juan Carlos Sierra*, Gualberto Buela-Casal*, María Paz Bermúdez Sánchez*, Pablo Santos-Iglesias*

Resumen: Este estudio descriptivo analiza la importancia que Profesores Titulares de Universidad y Catedráticos de Universidad de España otorgan a distintos indicadores de evaluación docente, examinándose además las diferencias entre ambos cuerpos docentes. Una muestra representativa de 1.294 Profesores Titulares y Catedráticos de Universidad españoles respondieron a una encuesta enviada por correo electrónico. Los resultados señalan que los indicadores más valorados tienen que ver con la investigación y muestran escasas diferencias entre ambos cuerpos docentes, lo que supone una ventaja para la fiabilidad y objetividad del proceso de acreditación y concurso de acceso a los cuerpos de funcionarios docentes universitarios en España.

Palabras clave: acreditación docente, profesorado universitario, cuerpo docente.

Opinion of Associate Professors and Full Professors regarding the criteria and standards for the accreditation of Spanish university teachers

Abstract: *This descriptive study analyses and compares the importance given by Associate Professors and Full Professors of Spanish universities to different academic evaluation indicators. A representative sample consisting of 1294 Associate Professors and Full Professors from Spain answered a survey sent to them by e-mail. The results show that the most valued indicators are related to research work and reveal little difference between the criteria of the two study groups. The latter is an advantage with respect to the reliability and objectivity of the accreditation process and selection of tenured university professors in Spain.*

Keywords: *accreditation of university professors, university professorate, academic body.*

* Facultad de Psicología. Universidad de Granada, España. Correo-e: jcsierra@ugr.es.
Recibido: 11-09-2008; 2.ª versión: 20-11-2008.

1. Introducción

En España la evaluación de la calidad de las universidades ha cobrado especial relevancia en los últimos años debido al proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Buela-Casal, 2005b). Esta evaluación la realizan en España once agencias autonómicas y tres grandes agencias nacionales, que focalizan su actividad evaluadora en los programas, profesores, alumnos, publicaciones, organización y uso de datos (Buela-Casal, 2005a). En este contexto es fundamental la evaluación del profesorado universitario, ya que una adecuada selección de los docentes asegura un nivel alto de calidad y eficacia de la institución universitaria (De la Orden, 1990) y contribuye a alcanzar los objetivos de la universidad de forma global (Edwards, 2006). Tal y como afirma Buela-Casal (2005a), «una universidad puede tener excelentes instalaciones, los mejores medios, los mejores alumnos, pero si no tiene un cuerpo de profesores con nivel de excelencia es casi lo mismo que no tener nada» (p. 314).

Uno de los temas más controvertidos en la evaluación del profesorado universitario tiene que ver con los criterios de evaluación y el acuerdo existente sobre cuáles deben ser y su valor o importancia. Éste ha sido uno de los pilares fundamentales en las críticas y revisiones sobre el antiguo sistema de habilitación nacional y el actual sistema de acreditación del profesorado universitario en España (Buela-Casal, 2005a, 2007a, 2007b; De la Orden, 1990; Saravia, 2004). En estas revisiones se sostiene que no se puede garantizar la sistematicidad y objetividad de la evaluación y acreditación del profesorado universitario a menos que se publiquen previamente los criterios, indicadores y estándares de manera operativa.

En España se han realizado diversos intentos por clarificar los criterios de evaluación del profesorado universitario (Buela-Casal y Sierra, 2007; Chacón, Pérez-Gil, Holgado y Lara, 2001; Pulido y Pérez, 2003; Saravia, 2004). Chacón y colaboradores realizaron un proceso de validación de contenido con la ayuda de 17 jueces expertos y encontraron que los indicadores más importantes de evaluación de la calidad universitaria se agrupan en tres bloques principales: enseñanza, investigación y gestión universitaria, bloques que han sido señalados por diversos autores (De Miguel, 1998; García-Valcárcel, 2001; Pulido y Pérez, 2003) y que se observan también en el «Programa de Evaluación del Profesorado» elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (2005), en el «Sistema de Evaluación del Profesorado para su Contratación por las Universidades de Madrid» (Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de la Comunidad de Madrid ACAP, 2006) e incluso en el borrador del nuevo «Estatuto del Personal Docente e Investigador» publicado recientemente en España por el Ministerio de Ciencia e Innovación (2008). Otra propuesta realizada con la intención de clarificar más los criterios para la evaluación del profesorado universitario fue desarrollada por Buela-Casal y Sierra (2007). Utilizando una muestra representativa de Profesores Titulares de Universidad (PTU) y Catedráticos de Universidad (CU) de España, analizaron la importancia que

éstos dan a distintos indicadores para la acreditación del profesorado universitario, así como el número mínimo que se debe poseer para poder ser acreditado como PTU o CU. Los resultados principales mostraron que los indicadores a los que más importancia se da son a los relacionados con la investigación, en concreto a la publicación de artículos en revistas del *Journal Citation Reports (JCR)*. No obstante, se encontraron diferencias entre distintas áreas de conocimiento, ya que en las áreas de Artes y Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas lo que más se valora son los libros publicados en editoriales de reconocido prestigio, frente a las áreas de Ciencias, Ciencias de la Salud e Ingeniería y Arquitectura, donde el indicador más valorado es la publicación de artículos en revistas del *JCR*. Resultados similares fueron encontrados por Saravia (2004).

Todos estos estudios son de inestimable utilidad, pues el conocimiento de los criterios e indicadores, además de su valor, va a permitir no sólo que las evaluaciones sean más objetivas y transparentes, sino que los miembros que forman parte de las comisiones de evaluación sean nombrados también gracias a un proceso más objetivo, facilitando además las posibles reclamaciones (Buela-Casal, 2005a, 2007a, 2007b; De la Orden, 1990). A esto se debe añadir que conocer cuál es la valoración que se hace de esos criterios en función del área de conocimiento permite una evaluación más justa y adecuada de los candidatos; tal como sostiene Buela-Casal (2007a) «el peso de cada criterio debe ser establecido previamente, y además su valor podría variar en función del campo de conocimiento» (pp. 6-7), lo que puede hacerse extensivo a las distintas titulaciones e incluso cuerpos docentes. Por tanto, con el objetivo de conocer las diferencias en la importancia que Profesores Titulares de Universidad y Catedráticos de Universidad dan a distintos indicadores de evaluación del profesorado universitario, se realiza el presente estudio descriptivo (Montero y León, 2007), en el que se han seguido en la medida de lo posible las normas de Ramos-Álvarez, Moreno-Fernández, Valdés-Conroy y Catena (2008).

2. Método

2.1. Muestra

Los participantes fueron seleccionados de forma aleatoria a partir del listado definitivo de sorteables para formar parte de las pruebas de habilitación nacional, correspondientes a la convocatoria de 21/09/2005 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2005). El listado estaba compuesto por 28.770 profesores funcionarios, de los cuales se seleccionaron al azar, en cada área de conocimiento establecida por el Consejo de Coordinación Universitaria, un 20% de los Catedráticos de Universidad y un 20% de los Profesores Titulares de Universidad o Catedráticos de Escuela Universitaria (CEU), lo que ofreció un total de 5.754 profesores funcionarios seleccionados para el estudio. Teniendo en cuenta los participantes

seleccionados que no respondieron la encuesta, la muestra final estuvo formada por 1.294 profesores universitarios de los cuerpos docentes de Profesores Titulares de Universidad y Catedráticos de Universidad de España con, al menos, un tramo de investigación los primeros y dos tramos los segundos. La muestra seleccionada permite trabajar con un nivel de confianza del 95% y con un error de estimación del 3%. El 71,5% de la muestra fueron PTU ($n = 926$) y el 28,5% CU ($n = 368$). La media de edad de los CU fue 54,15 ($DT = 7,81$), mientras que la de los PTU fue 45,61 ($DT = 7,16$). Por último, los CU tienen una media de 3,70 tramos de investigación ($DT = 1,27$) y los PTU 1,98 ($DT = 0,95$).

2.2. Instrumento

Se elaboró un cuestionario *ad hoc* formado por dos partes. La primera consta de varias preguntas en las que se recoge información del participante sobre su edad, sexo, universidad a la que pertenece, número de tramos de investigación que tiene acreditados, cuerpo docente al que pertenece, titulación en la que imparte la mayoría de su docencia, área y rama de conocimiento. La segunda está formada por 42 ítems que hacen referencia a distintos criterios o indicadores utilizados en el proceso de evaluación del profesorado universitario, según la Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de la Comunidad de Madrid ACAP (2006) y la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA (2005), a los que se responde indicando el peso o importancia de dicho indicador a la hora de evaluar a un candidato en una prueba de acreditación. Se responde a través de una escala tipo Likert que oscila entre 0 (*nada importante*) y 10 (*muy importante*). Los ítems que componen el cuestionario se corresponden con los 42 indicadores que aparecen en la Tabla I.

2.3. Procedimiento

Los datos se obtuvieron a través de una encuesta realizada por correo electrónico. Así, después de seleccionar al 20% de la población de PTU y CU ($n = 5.754$) se buscaron las direcciones de correo electrónico de cada uno de los participantes seleccionados. Una vez obtenidas las direcciones se envió por correo electrónico una breve justificación del estudio, la identificación de los autores y una invitación a participar en el mismo, suministrando para ello un enlace a una página web de acceso a la encuesta y un código único de acceso a la página, de manera que se garantizaba el anonimato de los participantes, la confidencialidad de las respuestas y el acceso único y privado a la encuesta de los receptores de los correos. Las respuestas se almacenaron de forma automática y ordenada en una hoja de datos *Excel* para su posterior análisis.

3. Resultados y discusión

Se analizó en primer lugar cuáles son los indicadores más valorados en ambos cuerpos docentes. Los resultados muestran que los más importantes para los PTU son, en este orden: artículos publicados en revistas del *JCR*, dirección de proyectos de investigación con financiación externa, libros publicados en editoriales de reconocido prestigio, asignaturas impartidas en enseñanza reglada y dirección de tesis doctorales defendidas. Mientras que los CU, en este orden, valoran más: artículos publicados en revistas del *JCR*, asignaturas impartidas en enseñanza reglada, dirección de proyectos de investigación con financiación externa, libros publicados en editoriales de reconocido prestigio y dirección de tesis doctorales defendidas (véase la Tabla I). Es decir, los indicadores más valorados son los mismos en ambos cuerpos docentes, aunque no en el mismo orden.

Estos resultados replican, parcialmente, los encontrados por Buela-Casal y Sierra (2007) y por Pulido y Pérez (2003), ya que en ambos estudios revelaron que los indicadores más valorados tienen que ver con las publicaciones -en revistas del *JCR* en el caso del trabajo de Buela-Casal y Sierra-, proyectos de investigación y las asignaturas o clases impartidas. La diferencia fundamental estriba en que Pulido y Pérez no encontraron diferencias en función de los campos de conocimiento considerados. Resultados similares se observan cuando se analizan los indicadores más comunes en la elaboración de ranking académicos internacionales (Buela-Casal, Gutiérrez-Martínez, Bermúdez-Sánchez y Vadillo-Muñoz, 2007), pues los resultados demuestran que el indicador más frecuente y con mayor peso en los diferentes ranking analizados son los artículos en bases de datos del *ISI (Institute for Scientific Information)*. De la misma manera, sistemas de evaluación bien establecidos reconocen la mayor importancia de las publicaciones en revistas con sistema de revisión por pares, y más concretamente en revistas del *JCR* (véanse los criterios de la Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de la Comunidad de Madrid ACAP, 2006; y de la Agencia Nacional para la evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA, 2005). Obviamente, aunque los indicadores más relevantes estén relacionados con la investigación, esto no quiere decir que hablar de excelencia universitaria se reduzca a hablar de excelencia investigadora (Pulido, 2005). De hecho —y a la vista de los resultados— es imposible obviar por completo la labor docente, ya que un elevado porcentaje de profesores universitarios considera que las asignaturas impartidas están relacionadas con sus trabajos de investigación (Grupo Helmántica, 1999) y, además, la preparación de profesores para el EEES debe centrarse más en la docencia y no tanto en la investigación (González Soto, 2005)

En segundo lugar, se analizó si existían diferencias entre PTU y CU en la valoración que hacían de los distintos criterios. En la Tabla I se muestran también los resultados de la prueba *t* de Student realizada sobre el peso dado a cada indicador tomando como factor el cuerpo docente. Los resultados muestran escasas diferencias entre Profesores Titulares de Universidad y Catedráticos de

TABLA 1

Comparación del peso de cada indicador en función del cuerpo docente

Criterios e indicadores	Cuerpo docente	M	DT	t	p
Formación					
<i>Formación académica</i>					
1. Segundas o más titulaciones no exigidas como requisito mínimo	CU PTU	2,40 2,16	2,27 2,19	1,75	0,07
2. Premios extraordinarios y menciones	CU PTU	3,56 3,50	2,46 2,69	0,35	0,72
<i>Formación complementaria</i>					
3. Programas de especialización (MIR, BIR, PIR y equivalentes; especialista y master universitarios)	CU PTU	3,78 3,51	2,60 2,49	1,71	0,08
4. Cursos de postgrado	CU PTU	3,48 3,81	2,56 2,79	1,98	0,04*
Experiencia					
<i>Experiencia docente</i>					
Enseñanza impartida por año					
5. Asignaturas en enseñanza reglada	CU PTU	6,99 7,24	2,56 2,57	1,59	0,11
6. Tareas docentes universitarias (becario tipo FPI, tutor UNED)	CU PTU	4,22 4,39	2,58 2,66	1	0,31
7. Clases en máster o cursos de postgrado	CU PTU	5,12 5,40	2,63 2,70	1,67	0,09
8. Cursos de formación	CU PTU	3,30 3,66	2,39 2,54	2,33	0,02*
Otros méritos docentes					
9. Dirección académica de trabajos (proyectos fin de carrera, tesinas, DEA, memorias de máster)	CU PTU	5,52 5,70	2,71 2,66	1,08	0,27
10. Proyectos de innovación y mejora docente financiados	CU PTU	4,18 4,42	2,66 2,77	1,39	0,16
11. Evaluaciones positivas de encuestas de alumnos	CU PTU	4,13 4,63	3,05 3,10	2,62	0,009**
<i>Experiencia investigadora</i>					
Investigaciones realizadas					
12. Dirección de proyectos de investigación con financiación externa	CU PTU	7,74 7,21	2,34 2,63	3,53	0,000***

TABLA I (continuación)

Criterios e indicadores	Cuerpo docente	M	DT	t	p
13. Participación proyectos de investigación con financiación externa	CU	6,23	2,54	1,37	0,16
	PTU	6,45	2,56		
14. Dirección proyectos financiados por la propia universidad	CU	4,13	2,51	1,72	0,08
	PTU	4,41	2,60		
15. Participación proyectos financiados por la propia universidad	CU	3,18	2,40	4,35	0,000***
	PTU	3,84	2,60		
Actividades relacionadas con la investigación					
16. Dirección de tesis doctorales defendidas	CU	6,98	2,70	1,99	0,04*
	PTU	6,64	2,66		
<i>Experiencia profesional</i>					
17. Actividades en puestos de dirección o gestión, puestos técnicos o profesionales	CU	3,85	2,66	1,23	0,21
	PTU	3,65	2,56		
18. Colaboraciones puntuales o informes profesionales	CU	2,97	2,29	0,26	0,79
	PTU	2,93	2,35		
Producción académico-científica					
<i>Publicaciones</i>					
Artículos en revistas					
19. En <i>Journal Citation Reports (JCR)</i> del <i>ISI</i>	CU	8,31	2,27	1,45	0,14
	PTU	8,11	2,29		
20. En listados nacionales similares al <i>JCR</i>	CU	5,29	2,87	0,45	0,64
	PTU	5,38	2,82		
21. Otros	CU	3,13	2,68	1,12	0,26
	PTU	3,32	2,68		
Libros y capítulos de libro					
22. Libro en editorial de reconocido prestigio	CU	7,38	2,52	1,98	0,04*
	PTU	7,06	2,71		
23. Libro en editorial sin reconocido prestigio	CU	3,70	2,60	1,39	0,16
	PTU	3,92	2,55		
24. Capítulo de libro en editorial de reconocido prestigio	CU	5,75	2,68	0,37	0,70
	PTU	5,68	2,70		
25. Capítulo de libro en editorial sin reconocido prestigio	CU	2,67	2,40	2,62	0,009**
	PTU	3,07	2,44		
Contribuciones a congresos					
26. Congreso internacional	CU	4,92	2,72	3,12	0,002**
	PTU	5,44	2,64		
27. Congreso nacional	CU	3,27	2,44	4,24	0,000***
	PTU	3,93	2,54		

TABLA I (continuación)

Criterios e indicadores	Cuerpo docente	M	DT	t	p
Medios específicos de producción y difusión					
28. Traducciones de libros	CU PTU	3,01 2,95	2,45 2,47	0,36	0,71
29. Exposiciones artísticas o documentales	CU PTU	2,49 2,51	2,37 2,47	0,08	0,96
30. Producciones de radio, televisión o cine	CU PTU	2,30 2,31	2,35 2,44	0,07	0,94
Registros en la propiedad industrial e intelectual					
31. Patentes o modelos de utilidad y registros en la propiedad intelectual	CU PTU	5,44 5,31	3,08 3,11	0,69	0,49
Movilidad					
<i>Postgrado</i>					
32. Estancias docentes y de investigación en España	CU PTU	4,21 4,47	2,34 2,48	1,69	0,09
33. Estancias docentes y de investigación en el extranjero	CU PTU	6,80 6,60	2,76 2,82	1,13	0,25
Gestión universitaria y otros méritos					
<i>Gestión universitaria</i>					
Desempeño de cargos unipersonales					
34. Dirección/coordinación/secretaría de acciones formativas (másters y doctorados)	CU PTU	3,98 4,01	2,65 2,71	0,21	0,83
35. Organización de reuniones científicas	CU PTU	4,29 4,23	2,66 2,61	0,37	0,70
36. Rectorado y Vicerrectorado	CU PTU	3,78 3,68	3,06 3,08	0,53	0,59
37. Decanato, Vicedecanato y similares	CU PTU	3,37 3,38	2,77 2,85	0,02	0,97
38. Dirección de Departamento, Secretario y similares	CU PTU	3,33 3,22	2,72 2,76	0,68	0,49
Otros méritos					
39. Miembro de consejo editorial en revista <i>ISI</i>	CU PTU	5,26 4,77	2,93 2,90	2,69	0,007**
40. Miembro de consejo editorial en revista no <i>ISI</i>	CU PTU	2,90 2,89	2,36 2,29	0,06	0,94

TABLA I (continuación)

Criterios e indicadores	Cuerpo docente	M	DT	t	p
41. Director de revista en <i>ISI</i>	CU	6,40	3,13	3	0,003**
	PTU	5,80	3,23		
42. Director de revista en no <i>ISI</i>	CU	3,63	2,57	0,19	0,84
	PTU	3,60	2,65		

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Nota: MIR (Médico Interno Residente); BIR (Biólogo/Bioquímico Interno Residente); PIR (Psicólogo Interno Residente); FPI (Formación de Personal Investigador); UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia); DEA (Diploma de Estudios Avanzados).

Universidad; sólo en 12 de los 42 indicadores, lo que supone un desacuerdo en el 28,57% de ellos. Las diferencias muestran que los PTU dan más importancia a los cursos de postgrado, cursos de formación, evaluaciones positivas en encuestas de alumnos, participación en proyectos de investigación financiados por la propia universidad, capítulos de libros publicados en editoriales de reconocido prestigio y contribuciones en congresos internacionales y nacionales. Por su parte, los CU dan más importancia a la dirección de proyectos de investigación con financiación externa, dirección de tesis doctorales leídas, publicación de libros en editoriales de reconocido prestigio, ser miembro del consejo editorial de una revista del *JCR* y ser director de una revista del *JCR*.

Este análisis de las diferencias entre PTU y CU muestra un acuerdo en el 71,43% de los indicadores, que implica una ventaja para la formación de las comisiones de acreditación, su funcionamiento y los resultados de las mismas. Es decir, una comisión formada por PTU y CU realizará una evaluación más justa y coherente si los miembros que la componen están de acuerdo en el valor de los criterios e indicadores, resolviendo una de las principales críticas al actual sistema de acreditación en España (Buena-Casal, 2007b; De la Orden, 1990). En los casos en los que existen diferencias entre ambos cuerpos docentes, los PTU valoran más los cursos de postgrado, cursos de formación, evaluaciones positivas en encuestas de alumnos, la participación en proyectos de investigación financiados por la universidad, los capítulos de libro publicados en editoriales sin reconocido prestigio y las contribuciones a congresos nacionales y a congresos internacionales. Por su parte, los CU dan más importancia a la dirección de proyectos de investigación con financiación externa, dirección de tesis doctorales defendidas, libros publicados en editoriales de reconocido prestigio, ser miembro del comité editorial de una revista del *JCR* y ser director de una revista del *JCR*. Estas diferencias señalan que los CU conceden más importancia a aquellos indicadores que son más difíciles de alcanzar y que están asociados, generalmente, a una trayectoria académica más avanzada.

4. Conclusiones

Los resultados del presente estudio ponen de manifiesto algunos aspectos importantes que pueden ayudar a mejorar y hacer más objetivo el sistema de acreditación a cuerpos de funcionarios docentes universitarios. Primero, la importancia de clarificar los criterios de evaluación, que supone una ventaja doble, ya que permite conocer los indicadores por los que se va a evaluar a un candidato y permite orientar la carrera académica hacia aquello que se evalúa (Buela-Casal, 2005a; Pulido, 2005). Esto, que se ha tratado en el presente trabajo y en otros anteriores (Buela-Casal y Sierra, 2007; Pulido y Pérez, 2003; Saravia, 2004; Sierra, Buela-Casal, Bermúdez y Santos-Iglesias, en prensa) en relación al profesorado universitario, también se hace extensivo a otros aspectos de la evaluación de la calidad académica como los criterios e indicadores para la obtención de la Mención de Calidad en Programas de Doctorado (Buela-Casal y Castro, 2008; Novo y Arce, 2007) o los criterios para la evaluación de la calidad universitaria (Pagani et al., 2006). Segundo, conocer el valor que tienen los distintos indicadores contribuye a tener un sistema de evaluación más objetivo y transparente (Buela-Casal, 2007b; De la Orden, 1990). En este sentido, una de las propuestas más interesantes y útiles ha sido la desarrollada por Buela-Casal y Sierra (2007), que supone una aportación difícil de cuestionar ya que recoge la opinión de la comunidad científica universitaria en España, en la que, además, se analiza el peso de cada indicador diferenciando entre campos de conocimiento. Por último, el hecho de diferenciar entre PTU y CU tiene la ventaja de recoger la opinión de dos sectores distintos y poder contemplar las diferencias entre ambos cuerpos en función de quién sea el candidato en la evaluación.

A pesar de las ventajas que suponen estudios como el presente, todavía faltan muchos intentos y reflexiones para hacer que la evaluación de la calidad universitaria sea cada vez más objetiva y esté mejor definida, centrándose para ello en los múltiples factores que la componen: profesorado, programas de estudios, alumnos, instituciones y organización, entre otros.

5. Agradecimientos

Estudio financiado por la Dirección General de Universidades (Referencia: EA2006-0017).

6. Referencias

Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de la Comunidad de Madrid ACAP (2006): *Sistema de evaluación del profesorado para su contratación por las Universidades de Madrid*. Madrid: ACAP.

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA (2005): Programa de evaluación de Profesorado: principios y orientaciones para la aplicación de los criterios de evaluación. Recuperado el 13 de noviembre de 2006, de http://www.aneca.es/modal_eval/pep_nuevo_orientaciones.html
- Buela-Casal, G. (2005a): El Sistema de Habilitación Nacional: criterios y proceso de evaluación. *Análisis y Modificación de Conducta*, 31, 313-346.
- Buela-Casal, G. (2005b): La evaluación de la calidad en el proceso de convergencia europea. *Revista Mexicana de Psicología*, 22, 306-314.
- Buela-Casal, G. (2007a): Consideraciones metodológicas sobre el procedimiento de acreditación y del concurso de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 12, 1-14.
- Buela-Casal, G. (2007b): Reflexiones sobre el sistema de acreditación del profesorado funcionario de Universidad en España. *Psicothema*, 19, 473-482.
- Buela-Casal, G., y Castro, A. (2008): Criterios y estándares para la obtención de la Mención de Calidad en Programas de Doctorado: evolución a través de las convocatorias. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 8, 127-136.
- Buela-Casal, G.; Gutiérrez-Martínez, O.; Bermúdez-Sánchez, M. P., y Vadillo-Muñoz, O. (2007): Comparative study of international academic rankings of universities. *Scientometrics*, 71, 349-365.
- Buela-Casal, G., y Sierra, J. C. (2007): Criterios, indicadores y estándares para la acreditación de profesores titulares y catedráticos de Universidad. *Psicothema*, 19, 537-551.
- Chacón, S.; Pérez-Gil, J. A.; Holgado, F. P., y Lara, A. (2001): Evaluación de la calidad universitaria: validez de contenido. *Psicothema*, 13, 294-301.
- De la Orden, A. (1990): Evaluación, selección y promoción del profesorado universitario. *Revista Complutense de Educación*, 1, 11-29.
- De Miguel, F. M. (1998): La evaluación del profesorado universitario: criterios y propuestas para mejorar la función docente. *Revista de Educación*, 315, 67-83.
- Edwards, K. (2006): New approaches to staff recruitment in Higher Education. *Higher Education in Europe*, 31, 289-293.
- García-Valcárcel, A. (2001): La función docente del profesor universitario, su formación y desarrollo profesional. En A. García-Valcárcel (Coord.), *Didáctica universitaria* (pp. 1-27). Madrid: La Muralla.
- González Soto, A. P. (2005): Posibilidades de formación en el Espacio Europeo de Educación Superior. En J. Cabero (Ed.), *Formación del profesorado universitario para la incorporación del aprendizaje en red en el EEES*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Grupo Helmántica (1999): *Características profesionales de los docentes universitarios de Castilla y León*. Salamanca: Junta de Castilla y León.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2008): Estatuto del Personal Docente e Investigador. Recuperado el 11 de noviembre de 2008, de http://web.micinn.es/01_Portada/01-Ministerio/031Prensa/00@Prensa/101108a.pdf.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2005): Habilitación para el acceso a los cuerpos funcionarios docentes universitarios. Resolución lista definitiva. Recuperado 13 de junio de 2006, de <http://www.mec.es/educa/ccuniv>.
- Montero, I. y León, O. G. (2007): A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7, 847-862.

- Novo, M. y Arce, R. (2007): Sesgos en la evaluación de la Mención de Calidad en programas de doctorado. En M. P. Bermúdez & A. Castro (eds.), *Evaluación de la calidad de la Educación Superior y de la Investigación (IV Foro)*. Recuperado 7 de febrero de 2008, de <http://feugr.ugr.es/pags/cursos/IVForo/LibroResumenesIVForo.pdf>
- Pagani, R.; Vadillo, O.; Buela-Casal, G.; Sierra, J. C.; Bermúdez, M. P.; Gutiérrez-Martínez, O., et al. (2006): *Estudio internacional sobre criterios e indicadores de calidad de las universidades*. Madrid: ACAP.
- Pulido, A. (2005): Indicadores de calidad en la evaluación del profesorado universitario. *Estudios de Economía Aplicada*, 23, 667-684.
- Pulido, A., y Pérez, J. (2003): *Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad docente e investigadora: planteamiento y experimentación*. Madrid: Instituto L. R. Klein-Centro Stone.
- Ramos-Álvarez, M. M.; Moreno-Fernández, M. M.; Valdés-Conroy, B., y Catena, A. (2008): Criteria of the peer review process for publication of experimental and quasi-experimental research in Psychology: A guide for creating research papers. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8, 751-764.
- Saravia, M. A. (2004): *Evaluación del profesorado universitario. Un enfoque desde la competencia profesional*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Barcelona.
- Sierra, J. C.; Buela-Casal, G.; Bermúdez, M. P., y Santos-Iglesias, P. (2009): Diferencias por sexo en los criterios y estándares e productividad científica y docente en profesores funcionarios en España. *Psicothema*, 21, 124-132.

NOTAS Y EXPERIENCIAS/ NOTES AND EXPERIENCES

Nuevos indicadores de rendimiento científico institucional basados en análisis de citas: los índices H sucesivos

Ricardo Arencibia-Jorge*

Resumen: El presente trabajo discute las propuestas elaboradas por Gangan Prathap y Andrés Schubert con el objetivo de utilizar el índice Hirsch como base para el cálculo de una serie sucesiva de índices H. Se presentan las más recientes aplicaciones de estos índices, tanto para la evaluación institucional a nivel micro, como para evaluar el impacto institucional en dominios del conocimiento. El empleo de índices H sucesivos ofrece una visión integral del comportamiento de los claustros que integran las instituciones dedicadas a la investigación y su impacto sobre la comunidad científica internacional, por lo que podrían tenerse en cuenta en las políticas de evaluación institucional.

Palabras clave: Índice H, índices H sucesivos, evaluación institucional, análisis de citas.

New indicators of institutional scientific performance based on citation analysis: the successive H indices

Abstract: *This work discusses the proposals of Gangan Prathap and Andrés Schubert with the aim of using the Hirsch index as a basis for the calculation of a successive series of H indices. The most recent applications of H indices in institutional assessments at micro level and for assessing institutional impact on knowledge domains are discussed. The use of successive H indices offers a holistic view of the behaviour of the research staff of institutions and its impact on the international scientific community. The use of these indices should therefore be contemplated in institutional assessment policies.*

Keywords: *H index, successive H indices, institutional assessment, citation analysis.*

* Red de Estudios Cuantitativos para la Educación Superior. Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana, Cuba. ricardo.arencibia@cnic.edu.cu

El presente trabajo fue presentado en el IV Seminario Internacional sobre Estudios Cuantitativos y Cualitativos de la Ciencia y la Tecnología «Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar»

Recibido: 3-11-08; 2.^a versión 30-1-09.

1. Introducción

Durante el año 2005, el físico norteamericano Jorge Hirsch dio a conocer un indicador que en pocos años ha revolucionado el universo de los estudios métricos de la información. Hirsch concibió el índice H de un científico como el número h de sus trabajos publicados (N_p) que habían recibido al menos h citas cada uno, mientras que el resto (N_p-h) no habían recibido más de h citas cada uno (1). A partir de entonces, una gran cantidad de variantes derivadas de su cálculo han sido propuestas con mayor o menor éxito por investigadores de múltiples áreas geográficas. Una de las observaciones más interesantes y recientes, ha llamado la atención sobre la posibilidad de utilizar este indicador como base para el cálculo de una serie sucesiva de índices H.

El primero en acercarse a dicha propuesta fue el investigador indio Gangan Prathap, quien en una breve carta publicada en *Current Science* propuso dos niveles para usar el índice H en evaluaciones institucionales (2). Prathap determinó un índice H de primer orden (h_1) y otro de segundo orden (h_2), donde el índice de primer orden de una institución es igual a h_1 si la institución ha publicado h_1 trabajos que han recibido al menos h_1 citas; mientras que el índice de segundo orden es igual a h_2 si la institución tiene h_2 investigadores cuyo índice H es al menos igual a h_2 . Como puede observarse, h_1 es calculado para una institución de la misma forma que el índice H es calculado para un investigador. Sin embargo, para llegar a h_2 es necesario el cálculo previo del índice H para los investigadores de la institución, lo cual implica una sucesión que constituye un nuevo concepto, y que destaca dentro de las múltiples modificaciones que han sido desarrolladas para este indicador.

Al año siguiente, el destacado especialista húngaro András Schubert (3) propuso un índice H sucesivo (denominándolo así por primera vez) para la jerarquía *revista-grupo editorial-país*, donde el índice H de las revistas (h_1) determina el valor del índice H de cada grupo editorial (h_2), y este a su vez determina el valor del índice H de cada país (h_3). La propuesta, metodológicamente impecable, convierte al índice-H en un indicador evaluativo de la actividad editorial sencillo y objetivo, que minimiza algunos de los sesgos que habitualmente inciden sobre el cálculo del Factor de Impacto (4). Su aplicación evidencia el desarrollo alcanzado por los grandes grupos editoriales de Estados Unidos, Inglaterra, Holanda y Alemania, con una amplia cobertura en las bases de datos del consorcio Thomsom Scientific.

Previamente, en el mismo artículo, Schubert expresó la idea de utilizar índices H sucesivos en la evaluación de redes de instituciones, países u otros niveles de agregación, e incluso utilizó como posible ejemplo la jerarquía *investigador-instituto-país* (3). Teniendo en cuenta siempre al investigador como célula básica para la determinación del impacto institucional, la utilización de un índice H sucesivo como indicador podría incidir en el desarrollo del capital intelectual de científicos y académicos, puesto que condiciona el impacto de la investigación científica institucional, sectorial o nacional, al desarrollo y la visibilidad interna-

cional de los claustros de investigadores en su conjunto, minimizando la incidencia de determinados individuos o artículos aislados, y ofreciendo una visión más holística y sistémica de los procesos de evaluación de la producción científica.

2. Utilización de índices H sucesivos a nivel micro

Un año más tarde, Arencibia y colaboradores (5) describieron la utilización de índices H sucesivos para la evaluación institucional a nivel micro, sobre una jerarquía *investigador-departamento-instituto*, con vistas a identificar sus ventajas y posibles aplicaciones.

En un trabajo publicado en *Journal of The American Society for Information Science & Technology*, los autores escogieron como muestra el claustro de investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) de la República de Cuba en el año 2006, y estudiaron la producción científica del mismo correspondiente al período comprendido entre enero de 2001 y diciembre de 2005, indizada en el Web of Science.

Para cada investigador integrante de la plantilla institucional, se calculó el total de artículos publicados durante el período, y el total de citas recibidas por cada uno de ellos. A partir de la ubicación de los artículos de cada investigador en orden descendente de acuerdo con el número de citas recibidas, se calculó el índice H de cada integrante del claustro de investigadores.

Así, se construyó el ranking de investigadores del CNIC de acuerdo con el valor del índice H (h_1). Para definir el lugar en el ranking, en los casos de paridad, se utilizaron dos indicadores propuestos como alternativas al índice H en la literatura internacional: en un primer nivel, el índice G propuesto por Leo Egghe (6), y en un segundo nivel un indicador propuesto por Jin Bihui (7), al cual Ronald Rousseau (8) en un reciente artículo ha denominado índice A. Ambos indicadores otorgan un peso al total de citas recibidas por los artículos más citados de un investigador, aspecto que no ejerce influencia en el valor del índice H.

Los autores construyeron además un ranking de departamentos o direcciones de investigación que integran el CNIC, ordenados de acuerdo con su índice H (h_2), el cual fue definido por el número de rango del investigador con h_1 igual o superior a su número de rango. Para determinar la posición entre los departamentos, se utilizó el mayor h_1 alcanzado por un investigador (h_1 máx) en cada departamento. A su vez, empleando el mismo método, se calculó el valor del índice H del CNIC (h_3), el cual se presentó acompañado del h_2 más alto alcanzado por uno de sus departamentos (h_2 máx) (5).

El estudio de índices H sucesivos a nivel micro, usando la jerarquía *investigador-departamento-institución*, permitió a los autores arribar a una serie de conclusiones. En primer lugar, el cálculo combinado de los índices h_1 , G y A, basados en el análisis de citas, posibilitaba la identificación de los investigadores con mayor impacto durante el período evaluado, así como la determinación de

su grado de visibilidad internacional. Por otra parte, el cálculo de h_2 facilitaba la determinación del impacto a nivel departamental, con vistas a la evaluación comparativa de la investigación realizada por los diferentes departamentos o direcciones de investigación, así como la determinación del impacto alcanzado por la institución de manera integral. De igual forma, la obtención de un valor h_3 igual o superior al número de departamentos dedicados a la investigación dentro de una institución, podría ser la meta máxima a lograr en la política de evaluación institucional para un período de tiempo determinado; y el comportamiento de h_3 durante determinados períodos de tiempo podría ser utilizado para indicar la evolución del rendimiento científico del claustro de investigadores de una entidad.

3. Ascendiendo niveles de agregación: impacto institucional en dominios del conocimiento

Otra interesante aplicación de los índices H sucesivos, y en particular de la propuesta de Prathap, fue realizada por Arencibia y Rousseau (9) para caracterizar el impacto institucional en un dominio del conocimiento.

Ambos autores decidieron escoger como muestra de estudio la producción científica cubana relacionada con investigaciones del cerebro, con vistas a identificar las instituciones más productivas y definir su impacto a partir de la propuesta del investigador indio.

De acuerdo al volumen de su producción científica, se seleccionaron las instituciones más activas del dominio, y se calcularon diferentes indicadores basados en análisis de citas, entre los que se encontraron el total de citas recibidas por los artículos publicados cada institución, el promedio de citas por artículo, el Factor de Impacto promedio de las revistas donde fueron publicados los artículos, los ya conocidos índices H y G, y una nueva propuesta desarrollada por Jin y colaboradores denominada índice R (10).

De igual forma, calcularon el índice H de cada uno de los autores de la muestra de artículos estudiados, con vistas a calcular el índice H (h_2) de las instituciones más productivas, basado en la jerarquía *autor-institución* sugerida por Prathap y Schubert. Todos los rankings obtenidos fueron comparados, se correlacionaron todos los indicadores, y se evaluó la posibilidad de usar los índices H sucesivos como parte de políticas de evaluación institucionales.

Arencibia y Rousseau compararon los rankings obtenidos de acuerdo a los índices h_1 y h_2 de Prathap, y hallaron una fuerte correlación entre ambos índices ($r = 0,863$), lo cual permitió inferir su mutua dependencia. A pesar de las diferencias en la metodología del cálculo de h_1 y h_2 , las instituciones con un elevado índice H tienen mayor probabilidad de tener un gran número de investigadores con elevado índice H. Es decir, la posesión de un claustro de investigadores influyente es requisito indispensable para mostrar altos niveles de impacto institucional.

4. Consideraciones finales

El empleo de índices H sucesivos, más allá de la determinación de un *ranking* de investigadores y departamentos, ofrece una visión integral del comportamiento de los claustros que integran las instituciones dedicadas a la investigación y de su impacto sobre la comunidad científica internacional.

En particular, la propuesta de Prathap permite medir el rendimiento de una institución desde dos perspectivas diferentes. Por un lado, teniendo en cuenta el impacto de su producción científica; por otro, teniendo en cuenta el impacto de su claustro de investigadores.

Son evidentes las ventajas de este nuevo indicador para captar el papel protagonista del claustro de investigadores, al convertir el comportamiento del conjunto de individuos en la clave para medir el desarrollo institucional. Sin embargo, es imposible dejar de tener en cuenta muchas de las limitaciones que el índice H y sus derivados, así como todos los indicadores basados en análisis de citas, revelan de cara a los procesos de evaluación científica, sea cual fuere el nivel de agregación (11,12).

La juventud de los claustros, la producción selectiva, las limitaciones de los índices de citas, los «efectos indeseados» del uso de *ranking* y el empleo excesivo de indicadores bibliométricos para determinar el rendimiento institucional, así como el desconocimiento del contexto en el que se desarrolla la actividad científica, son elementos que no pueden obviarse a la hora de analizar e interpretar los fenómenos que revelan estos indicadores.

No obstante, los índices H sucesivos constituyen atractivas medidas a tener en cuenta en las políticas de evaluación institucional.

5. Agradecimientos

El autor agradece la colaboración de los doctores Ronald Rousseau, Gangan Prathap, Félix de Moya Anegón y los árbitros encargados de la revisión del manuscrito; así como a la primera edición del programa doctoral sobre Documentación e Información Científica desarrollado por la Universidad de Granada, España, en conjunto con la Universidad de La Habana, Cuba.

6. Bibliografía

1. Hirsch, J. E. (2005): An index to quantify an individual's scientific output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.102, pp. 16569-16572.
2. Prathap, G. (2006): Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output. *Current Science*, vol. 91, p.1439.
3. Schubert, A. (2007): Successive h-indices. *Scientometrics*, vol. 70 (1), pp. 201-205.

4. Garfield, E. (2007): The history and meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association*, vol. 295 (1), pp. 90-93.
5. Arencibia-Jorge, R.; Barrios Almaguer, I.; Fernández Hernández, S., y Carvajal Espino, R. (2008): Applying Successive H Indices in the institutional evaluation: a case study. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, vol. 59 (1), pp. 1-3.
6. Egghe, L. (2006): An improvement of the H-index: the G-index. *ISSI Newsletter*, vol. 2 (1), pp. 8-9.
7. Jin, B. H. (2006): H-index: an evaluation indicator proposed by scientist. *Science Focus*, vol. 1 (1), pp. 8-9.
8. Rousseau, R.: New developments related to the Hirsch index. Disponible en: http://eprints.rclis.org/archive/00006376/01/Hirsch_new_developments.pdf [Consulta: 1 febrero 2007].
9. Arencibia-Jorge, R., y Rousseau, R. (2009): Influence of individual researchers' visibility on institutional impact: an example of Prathap's approach to successive h-indices. *Scientometrics*, vol. 79 (3), 507-516.
10. Jin, B. H.; Liang, L. M.; Rousseau, R., y Egghe, L. (2007): The R- and AR-indices: complementing the h-index. *Chinese Science Bulletin*, vol. 52, pp. 855-863.
11. Costas, R., y Bordons, M. (2007): The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro-level. *Journal of Informetrics*, vol. 1(3), pp. 193-203.
12. Weingart, (2005): P. Impact of bibliometric upon the science system: inadvertent consequences? *Scientometrics*, 2005, vol. 62 (1), pp. 117-131.

El desarrollo de la Clasificación Decimal Universal: 1992-2008 y más allá

Aida Slavic*, Maria Inês Cordeiro*, Gerhard Riesthuis*

Resumen: El artículo pone en relieve algunos aspectos de la política de gestión de la CDU desde 2007 en adelante. Tras una revisión de la larga historia de modernización de esta clasificación, que comenzó en la década de los 60, continuando el proceso de revisión y desarrollo del esquema en los 1990, se resumen los cambios y políticas más importantes de la historia reciente de la CDU. Finalmente, se presentan los puntos de vista del nuevo equipo editorial del CDU establecido en 2007, y su nueva política que se enfoca en la organización y eficiencia del trabajo editorial y la mejora de los productos de la CDU.

Palabras clave: CDU, Clasificación Decimal Universal, revisión, cambios, desarrollo, gestión.

The development of the Universal Decimal Classification: 1992-2008 and beyond

Abstract: *This paper highlights a number of features of the UDC management policy for 2007 and thereafter. Following an overview of the long history of modernization of the classification, which started in the 1960s, with continued revision and development in the 1990s, the major changes and policies in the recent history of UDC revision are summarized. The perspectives of the new UDC editorial team, which was established in 2007, and its policy regarding the improved organization and efficiency of editorial work and the improvement of UDC products, are discussed.*

Keywords: *UDC, Universal Decimal Classification, revision, changes, development, management.*

Este trabajo es una versión abreviada y revisada de la versión inglesa publicada en el International Cataloguing and Bibliographic Control, en junio de 2008. (traducido por Edgardo Civalero Miembro del *Revision Advisory Committee*, CDU Correo-e: edgardocivalero@gmail.com).

* Consorcio CDU (UDCC), La Haya. Correo-e: aida.slavic@udcc.org; ines.cordeiro@udcc.org; gerhard.riesthuis@udcc.org.

Recibido: 7-2-07; 2.^a versión: 19-12-08.

1. Introducción

Los usuarios de la CDU, o de cualquier otro sistema de clasificación de características similares, a menudo se enfrentan a los resultados finales del proceso evolutivo de un esquema determinado sin conocer las razones o políticas que lo han conducido a esos desarrollos particulares. Desde 1992, la CDU ha sido gestionada por el Consorcio de la CDU (UDCC, *Universal Decimal Classification Consortium*) y, durante ese período, ha sido intensamente revisada. Hasta 2008 se han elaborado quince ediciones anuales del archivo maestro de referencia (MRF) de la CDU estándar, estimándose que alrededor de un 40% de la clasificación es diferente, en la actualidad, de su versión de 1990. Una perspectiva general de los cambios introducidos en la clasificación se encuentra publicada en el sitio web del UDCC (http://www.udcc.org/major_changes.htm). Algunos de estos cambios fueron discutidos hace años o incluso décadas, y han sido reportados en informes de investigación, artículos y libros (por ejemplo Freeman y Atherton, 1968; Foskett, 1973; Dahlberg, 1971; etc.).

En 2006-2007 se estableció un nuevo equipo editorial de la CDU; este artículo explica cómo ve dicho equipo su conexión con el pasado y qué prioridades reconoce para el futuro. En primera instancia, revisamos algunas de las circunstancias que condujeron a cambios significativos en los procesos de mantenimiento, distribución y revisión de la CDU durante el período 1993-2006. Considerando el enorme volumen de trabajo que ha tenido lugar en años recientes en relación con la CDU, proveeremos una perspectiva de aquellos cambios que los usuarios pueden esperar en un futuro próximo.

2. La evolución de la CDU desde la perspectiva de los editores de la clasificación

2.1. Período 1960-1990: buscando la mejor forma de mejorar la CDU

Merece recordarse que en la década de los años sesenta, los profesionales de la información estaban muy desencantados con las clasificaciones biblioteconómicas en general. Esto ocurría con la mayoría de los sistemas más usados, como la Clasificación Decimal Dewey (CDD), la Clasificación de la Biblioteca del Congreso (LC), la Clasificación Bibliográfica Bliss (BC) o la CDU. La estructura de estos sistemas era esencialmente estática, basada principalmente en una perspectiva decimonónica del conocimiento y de la ciencia. En aquella época existía una profunda preocupación sobre los procesos de organización e indización de documentación científica, tareas para las cuales los mencionados sistemas parecían no estar preparados. Florecieron las discusiones sobre cómo tales sistemas (aún usados a nivel mundial) podrían ser mejorados y adaptados a esos propósitos, si es que tal objetivo era posible.

Como reacción a esta situación, la Federación Internacional de Documentación (FID, *International Federation of Documentation*), propietaria de la CDU en aquel momento, intensificó la modernización y expansión de la clasificación para actualizarla con una estructura de conocimiento moderna. Hacia comienzos de la década de los ochenta, la edición completa de la clasificación había sobrepasado las 200.000 clases, como resultado del trabajo de numerosos paneles temáticos nacionales e internacionales. La tarea no estaba bien coordinada, y la plétora de conceptos —y la forma incoherente en la que éstos eran agregados al sistema— contribuyeron a crear dificultades en su gestión y mecanización.

Para finales de la década de los ochenta ya se habían generado abundantes propuestas orientadas a superar tales dificultades (Freeman y Atherton, 1969; Lloyd, 1972; Wellisch, 1971; Dahlberg, 1971: 24). Durante las décadas de los sesenta y los setenta muchos expertos en clasificación coincidieron con respecto a varios puntos importantes. Desde una perspectiva de gestión, resultaba claro que la automatización era esencial para el mantenimiento del esquema, y que lo más práctico sería mantener el tamaño del mismo a un nivel de edición «media». En términos de contenido, muchos argumentaron que el esquema debía ser mejorado estructuralmente, y que el análisis de facetas y la eliminación de los términos compuestos representados por notaciones simples sería el camino más apropiado a seguir.

A principios de 1983, la FID comisionó un estudio externo destinado a hallar un mejor camino para gestionar la CDU. Los resultados del estudio fueron publicados en 1984 y reportaron, como resultado positivo, la propuesta de una nueva estructura de gestión de la CDU; dicha propuesta ayudó, más tarde, a manejar el problema de automatizar el proceso de mantenimiento del esquema, iniciando un examen estratégico de las necesidades de revisión y dando los pasos necesarios para solucionar errores en la estructura de la clasificación (Gilchrist, 1992).

El Consejo de gestión de la CDU (*UDC Management Board*) fue creado en 1986 para implementar los cambios y, en 1989, decidió establecer un Grupo de trabajo para el desarrollo del sistema de la CDU (*Task Force for UDC System Development*) compuesto por miembros internacionales. En un breve período de tiempo, dicho grupo preparó una estrategia que ofrecía un plan concreto para el desarrollo de la CDU a largo plazo. Se revisaron, resumieron y actualizaron recomendaciones que estaban dispersas en artículos de investigación y en estudios de la década de los sesenta; las mismas fueron incluidas en el informe final del Grupo de trabajo, presentado en febrero de 1990 (FID Internal Documentation, 1990). Este informe fue la base para los procesos de gestión, mantenimiento y revisión que fueron registrados, un año después, en las «Directrices para la creación de una versión estándar de la CDU» (*Guidelines for the creation of a standard version of UDC*, FID Internal Documentation, 1991).

2.2. El veloz ritmo del cambio desde 1990 a 2006

El año 1990 marcó un nuevo comienzo para la gestión de la CDU. En 1991, por recomendación del Grupo de trabajo, se elaboraron las «Directrices para la creación de una versión estándar de la CDU». El 1 de enero de 1992, la FID transfirió los derechos de la CDU al recientemente creado Consorcio de la CDU (UDCC, *Universal Decimal Classification Consortium*), un grupo de editores establecidos como institución sin fines de lucro, con base legal en los Países Bajos y registrada como una fundación neerlandesa. Tras el cambio de propiedad, el proceso de revisión de la CDU y la toma de decisiones se centralizaron, y fueron transferidos a un Comité de revisión, compuesto por dos o tres miembros y un editor en jefe. Este hecho posibilitaría el desarrollo de procesos de revisión más veloces y reduciría los costos de mantenimiento de la clasificación, respondiendo a la primera prioridad del UDCC: modernizar el esquema, reducir sus costos de mantenimiento y distribución a través de la automatización, y lograr que su gestión fuese sustentable.

El primer paso hacia la automatización fue completado en 1993, y consistió en la reducción de tamaño de la que era, en tiempos de la FID, la edición «completa» de la CDU; esta edición fue convertida en un sistema de 60.000 clases, más manejable, que desde entonces fue designado como *UDC Master Reference File* o MRF (Archivo maestro de referencia de la CDU). Ese mismo año, Gerhard Riesthuis y David Strachan crearon una base de datos en CDS/ISIS para el MRF, basándose en un archivo de texto de 1985 de la edición «media» de la *British Standard Institution* (BSI), a la cual se agregaron subsiguientes extensiones y correcciones.

El segundo —y más difícil— paso fue la revisión de todo el contenido de la CDU, llevado a cabo por un editor en jefe junto a un reducido equipo de investigadores. De acuerdo al informe del Grupo de trabajo, «se previó la reestructuración total de la clasificación en forma organizada a lo largo de un período de 10 años». El informe esbozaba un posible plan de acción, y algunas de sus recomendaciones fueron bastante específicas; p.ej.:

«Se sintió que, en la actualidad, un problema general es la confusión entre enumeración de los [términos] compuestos y el facetado, y que el último proceso es el que debería ser apoyado. Se acordó que deberían realizarse todos los esfuerzos necesarios para mantener una notación expresiva siempre que fuese posible. [...] Se necesitaría una revisión cuidadosa de los auxiliares, tanto generales como especiales, dado que, especialmente entre los últimos, algunos conceptos se repiten, lo cual ya ocurre en las tablas principales de clasificación; en esos casos deberían usarse dos puntos. Serían necesarias algunas simplificaciones en las subdivisiones de tiempo, y la tabla de áreas, la cual provee actualmente una mezcla de mundo histórico y real, necesitaría ser corregida». (FID Internal Document, 1990: 7).

Asignada al cargo de editora en jefe en 1990, I. C. McIlwaine dirigió, hasta 2006, la desafiante tarea de revisión junto a un equipo de asistentes. El núcleo

del equipo editorial estaba compuesto por expertos clasificadores: Geoffrey Robinson, en aquel momento editor de la edición BSI de la CDU; Vanda Broughton, editora asociada de la Clasificación Bibliográfica Bliss; y Nancy Williamson, una reconocida investigadora y autora en el campo de la clasificación, quién previamente había trabajado en una conversión de la LCC a formato legible por máquina.

Durante el período entre 1990 y 2008 se lanzaron 15 versiones del MRF de la CDU, y, aunque el plan era mantener el tamaño del esquema inalterado, el MRF aumentó su tamaño de 60.000 a 67.000 registros. Durante dicho período se revisaron cuidadosamente las siguientes clases, las cuales fueron expandidas con nuevos conceptos:

	Auxiliares comunes de lugar (en proceso, desde 1994)	
	Auxiliares comunes de tiempo (2003)	
	Auxiliares comunes de propiedades (1999)	
	Auxiliares comunes de relaciones, procesos (2003)	
	Auxiliares comunes de personas (2001, 2002, 2003)	
004	Computación	(1994)
005	Gestión	(2001)
2	Religión	(2000, 2001, 2006)
338.48	Turismo	(1999)
364	Bienestar social	(2000)
502/504	Ecología	(1999)
60	Biotecnología	(2002)
61	Medicina	(en proceso, desde 1996)
791	Cine	(2000)
8	Lenguas. Literatura	(1992)
91	Geografía	(1994)
93/94	Historia	(1994)

Además, muchas clases recibieron una «limpieza» rápida de duplicaciones y conceptos obsoletos, p.e. los «Auxiliares comunes de persona», la clase 37 (Educación), la clase 64 (Ciencias domésticas) y la clase 712 (Arquitectura). Se agregaron nuevos conceptos a las clases 51 (Matemáticas), 53 (Física) y 78 (Música), por ejemplo, y se revisaron las tablas auxiliares especiales para la clase 33 (Economía).

De todas las propuestas presentadas por el Grupo de trabajo y adoptadas en las revisiones desde 1993, la que más afectó a los usuarios de la CDU fue la abolición de la llamada «regla de los 10 años», que fue considerada necesaria para facilitar la tarea de revisión (FID Internal Documentation, 1990; McIlwaine, 1990). Esto permitió que los números vacíos de la CDU fueran inmediatamente reutilizados para denotar conceptos diferentes, y, por ende, poner más requerimientos en la apropiada identificación de los números de la CDU durante el proceso de intercambio y actualización de la clasificación.

Otro aspecto importante del proceso de revisión desarrollado durante ese período fue el facetado de la CDU. Esto requirió la investigación de esquemas facetados ya existentes, especialmente la Clasificación Bibliográfica Bliss, con el objeto de explorar la posible aplicación de la misma estructura a la CDU. Cualquier revisión de esta categoría tomaría más tiempo de lo usual para ser completada, y mostraría algunas repeticiones en el proceso. Así, por ejemplo, la primera propuesta para una tabla de «Religión» totalmente facetada fue lanzada en 1996 por V. Broughton, mientras que la versión final de la nueva clase fue presentada en 1999 y aún se necesitaron siete años más para que se completaran todas las religiones. De manera similar, completar la propuesta de revisión y reestructuración de la clase 61 (Medicina) en forma facetada tomó más de diez años.

El proceso de revisión de la CDU ha sido descrito en numerosos artículos, especialmente por I.C. McIlwaine (1990, 1993, 1995, 1996), N. Williamson (1990, 1994) y V. Broughton (1998). En más de una ocasión, I.C. McIlwaine notó que no siempre era fácil equilibrar las demandas de cambio de los usuarios y las quejas simultáneas en contra de tales cambios porque creaban problemas de retro-compatibilidad y, en consecuencia, trabajo adicional para las bibliotecas.

Mirando atrás en la revisión de las tablas de la CDU desde 1993, queda claro que las recomendaciones del informe del Grupo de trabajo fueron respetadas, especialmente en lo que respecta a la transformación de las clases revisadas de formato enumerativo a facetado. La aplicación del análisis de facetas tuvo un efecto inmediato en la notación de la CDU, la cual es mucho más expresiva. De esta forma, siempre que fue posible, los conceptos simples se representaron con notación simple y compuesta, y los conceptos complejos se construyeron mediante combinación. En muchos casos, el «facetado» significó una reestructuración completa de clases, lo cual condujo a que la clase entera fuera cancelada y reemplazada por una nueva tabla facetada. Cuando no se disponía de otra posibilidad, los propios números eran reutilizados para expresar nuevos significados. Esta es una de las consecuencias menos convenientes que puede causar la revisión, y en la clase 2 (Religión), por ejemplo, tal efecto no pudo ser evitado. En esta clase, los viejos números tuvieron que ser reutilizados con un nuevo significado: así, por ejemplo, en el esquema antiguo 22 era usado para *Biblia*, y en el nuevo esquema, tal número es empleado para *Religiones originadas en el Lejano Oriente*, mientras que *Biblia* se expresa con el número 27-23.

Otra acción que tuvo fuerte impacto en la CDU fue la remoción de duplicaciones de conceptos en varias tablas. La repetición de conceptos fue reemplazada por la reutilización de las mismas notaciones básicas para construir expresiones complejas, a menudo usando combinaciones mediante dos puntos y obteniendo, en consecuencia, notaciones más largas pero, al mismo tiempo, más fáciles de buscar, descomponer y comprender. Por ejemplo, se pueden combinar 028.8 (Lectura. Sugerencias para lectura) y 615.861 (Psicoterapia) para expresar 028.8:615.861 (Biblioterapia). O bien puede combinarse 342.7 (Derechos humanos fundamentales) con 612.3 (Reproducción (biología humana)) para expresar

342.7:612.6 (Derechos reproductivos). Además, la introducción, en 1999 y 2003, de auxiliares comunes de propiedad, relaciones y procesos significó que muchos conceptos generales y recurrentes podían ser eliminados de las tablas principales y representarse a través de la combinación con auxiliares comunes. El ejemplo que mejor ilustra estos importantes cambios estructurales es la revisión de la clase 9, introducida en 1994:

914	Geografía de Europa	reemplazada por	91(4)
914.10	Geografía de las Is. Británicas	reemplazada por	91(41)
940	Historia de Europa	reemplazada por	94(4)»...»
941	Historia de las Is. Británicas	reemplazada por	94(41)»...»

Aunque la expresiva notación en la cual el número principal se distingue claramente del auxiliar común puede parecer, a primera vista, una complicación innecesaria, especialmente para el ordenamiento en los estantes, el cambio es lógico y constituye un avance desde el punto de vista de la indexación y la recuperación de la información con la CDU en un ambiente virtual. En ambos casos el número se construye desde 94, agregando los auxiliares comunes de lugar (4) y (41) respectivamente, pero en la CDU antigua esto se lograba a través del método conocido como *división paralela*. Con la división paralela, una vez que el número se construye, la notación se amalgama en un número simple: el vínculo entre la representación original y el significado se pierde, y los elementos constructivos originales no pueden recuperarse en el proceso de búsqueda. Si los componentes se yuxtaponen y permanecen diferenciados y claramente marcados por notaciones expresivas, el esquema efectúa importantes avances en tres aspectos:

- Consistencia: el mismo concepto tiene siempre la misma representación en la notación; en la búsqueda, seremos capaces de encontrar todos los documentos relacionados con un mismo lugar o tiempo a través de diferentes campos del conocimiento, por ejemplo, Arte, Historia, Geografía, Ciencias Sociales, etc.
- Flexibilidad: con elementos de notación que son expresivos podemos cambiar y alterar el orden de citación de los elementos en la forma que más convenga a nuestras necesidades; así, podremos elegir entre 94»19»(44) o 94(44)»19».
- Accesibilidad verbal mejorada: pueden asignarse (en forma controlada) expresiones verbales a conceptos simples representados con notación simple, es decir, pueden usarse descriptores en la búsqueda.

En resumen, el pensamiento subyacente al trabajo de revisión ha sido influenciado por varios factores desde 1990. La revisión radical de clases enteras y la reutilización de números de la CDU fueron justificadas por un plan para alcanzar la revisión completa del esquema en diez años, después de lo cual el sistema

sería estable; podría ofrecerse entonces a los usuarios un sistema nuevo, enteramente compatible para reemplazar los antiguos números. El uso de notaciones expresivas más largas y/o de combinaciones mediante dos puntos para anotar conceptos compuestos se justificó por el hecho de que, en un ambiente virtual, la eficiencia de la búsqueda puede ser más importante que la longitud de la notación. La velocidad y el volumen de los cambios, y su control, han sido considerados menos problemáticos en el uso virtual de la CDU, especialmente porque las tablas se difunden y emplean en forma electrónica.

3. Desarrollos actuales y pasos a futuro

A comienzos del 2000 ya era claro que el período de diez años programado para una revisión general de la CDU no era realista, especialmente cuando se lo confrontaba con el tamaño y la complejidad del esquema y la falta de recursos disponibles. Dado que las condiciones y la complejidad de las tareas pendientes no habían cambiado, el trabajo de revisión de la CDU continuará al mismo ritmo más allá de 2007. Tras el retiro de I. C. McIlwaine en 2006, María Inés Cordeiro fue elegida como nueva editora en jefe, y se estableció un nuevo equipo editorial.

La política del nuevo equipo es continuar con la revisión y modernización de la CDU, siguiendo principios previamente establecidos: mejorar la capacidad de síntesis del esquema y reducir la enumeración de materias complejas expresadas por notación simple. Este objetivo puede lograrse siguiendo la lógica del análisis de facetas y asegurando que, siempre que sea posible, un concepto general siempre es representado por la misma notación a lo largo del esquema.

Además de continuar con el trabajo de revisión editorial, otros varios aspectos necesitaron reorganizarse. Se trata principalmente de asuntos relacionados con las necesidades de los actuales usuarios en términos de alinear la gestión y los productos de la CDU al mundo virtual, y el modo en que los vocabularios controlados se comparten, acceden e implementan dentro de sistemas de información.

Estudios realizados sobre las áreas de aplicación de la CDU han revelado que el entorno web y los catálogos bibliotecarios ofrecen muchos casos que justifican el uso de la clasificación para la exploración del conocimiento y la expansión de las búsquedas (Slavic, 2005, 2006, 2006a). Sin embargo, esto depende en gran medida de búsquedas verbales y de la legibilidad de los datos mediante computadoras. En particular, los datos de la clasificación necesitan ser expuestos de tal forma que el esfuerzo humano -tanto en la implementación como en el uso- se reduzca al mínimo. Esto supone el empleo de la CDU no sólo como un conjunto de datos «nominales», sino también como «inteligencia» detrás de la pantalla, implicando que ha sido apoyada por sistemas de gestión de vocabulario central (o, para usar terminología biblioteconómica, por sistemas de control de autori-

dades). El primer requerimiento futuro que enfrenta el UDCC es proveer los medios necesarios para que los datos de la CDU puedan ser fácilmente incorporados por sistemas de control de vocabulario; en la práctica, se buscará generar exportaciones del MRF nuevas y diversificadas, de tal forma que resulte más fácil y económico de implementar y usar.

Otra área importante para tener en cuenta en futuros desarrollos es la comunidad de usuarios de la CDU. Investigaciones recientes mostraron que la CDU es usada en 125 países y que existen traducciones a 39 idiomas. La CDU es el principal sistema de clasificación en unos 30 países, donde se provee capacitación, publicación y apoyo en forma regular (Slavic, 2005, 2008). Sin embargo, hay una comunidad mayor, distribuida a lo largo de otros 90 países, donde la CDU es raramente enseñada en las escuelas de biblioteconomía, y para los cuales no existen ediciones recientes en el idioma local. Mientras que en la década de los noventa el UDCC se enfocaba principalmente hacia un pequeño número de grandes usuarios, ahora es posible usar el entorno informativo global para alcanzar y apoyar a un mayor número de usuarios de la CDU a nivel mundial.

Tomando en cuenta este marco general de preocupaciones e ideas, los siguientes puntos fueron abordados por el nuevo equipo editorial.

3.1. Ampliar el equipo editorial a un cuerpo de colaboradores internacionales, y facilitar la comunicación con los usuarios

Para sacar el mejor partido posible de tan valiosa entrada, los procesos de revisión deben ser cuidadosamente planeados y gestionados, para así evitar yuxtaposiciones innecesarias y derroche de tiempo, y para proveer un apoyo adecuado a los voluntarios. En 2007, la editora en jefe renovó la estructura organizacional del equipo editorial de la CDU, cuya forma actual puede representarse mediante dos círculos concéntricos. En el círculo interior se encuentra un grupo de seis especialistas en clasificación, que trabajan como editores asociados en estrecha cooperación con la editora en jefe, y que tienen la posibilidad de dedicar parte de su tiempo a tareas prácticas y técnicas (creación de planes y listas de tareas, control, corrección, y establecimiento, supervisión y coordinación de proyectos particulares de revisión), además de encontrar y cooperar con otros especialistas de materia. El círculo externo de colaboradores consiste en el *UDC Advisory Board*, actualmente compuesto por especialistas de materia de diferentes campos, procedentes de más de 20 países. Los miembros del *Advisory Board* pueden contribuir con opiniones expertas en problemas específicos, pero también a través del contacto y la inclusión de especialistas de materia de sus propios países.

Otro aspecto importante para la ampliación de la colaboración es la comunicación con los propios usuarios y la apertura de más oportunidades para el trabajo en red y las discusiones. Se planea concretar este aspecto a través de conferencias y talleres regulares de la CDU.

3.2. Renovar la infraestructura tecnológica y la gestión de los datos: una nueva base de datos y un sistema de apoyo editorial para la CDU, diversificación de los productos de la clasificación y mejora de sus datos

Después de más de 13 años trabajando en forma única con CDS/ISIS, el UDCC ha considerado la necesidad de un nuevo sistema que permita gestionar el MRF y sus salidas mediante tecnologías avanzadas, especialmente mediante el uso de bases de datos relacionales sumadas a tecnologías web. Las versiones de prueba de la nueva base de datos ya están disponibles, y se espera que el nuevo sistema sea totalmente operativo para abril de 2009. Al respecto, la migración al nuevo sistema será acompañada de mejoras en los conjuntos de datos del MRF y de acciones de limpieza y corrección relacionadas con la consistencia de los datos. Tales acciones incluirían tanto la adición de nuevos campos como cambios en los ya existentes. Otro aspecto importante que también impulsó la renovación tecnológica del sistema de gestión de datos de la CDU tiene que ver con las salidas del MRF. Se necesita mejorar la provisión de formatos de exportación de dicho archivo, es decir, las formas de transferir los datos del MRF a los editores y usuarios. Esto será logrado haciendo que los datos de la UDC estén disponibles en formatos estándar como MARC 21, UNIMARC y SKOS, así como varios formatos de texto y exportación XML (Cordeiro y Riesthuis, 2006; Slavic, Cordeiro y Riesthuis, 2007).

3.3. Actualizar y estructurar políticas, directrices, planes y procedimientos para los proyectos de revisión

En 2009 se darán los primeros pasos para revisar, mejorar y consolidar la documentación sobre políticas, directrices y procedimientos de revisión. Este proceso es necesario no sólo porque siempre existen aspectos de política discutibles, sino también porque hay una necesidad real de detallar algunos de los criterios editoriales y, especialmente, de establecer procedimientos claros ahora que esperamos la contribución de un grupo de gente más amplio. Para facilitar el trabajo colaborativo internacional y sacarle el mayor partido posible al valioso tiempo de aquellos que contribuyan, las políticas y procedimientos de revisión deberán ser explicadas claramente, y se necesitarán instrucciones prácticas y detalladas para diferentes tipos de trabajo sobre el esquema.

3.4. Potenciar las traducciones del esquema y la capacitación en su empleo

La traducción de la CDU es una actividad costosa que consume mucho tiempo. En muchos países con escasos usuarios, los editores pueden no contar con incentivos suficientes para lanzar nuevas ediciones. Una forma de superar este

problema y de ayudar a los usuarios es alentar el trabajo voluntario, proveyendo acceso al MRF de la CDU a aquellos que estén interesados en hacerse cargo de una traducción sin fines de lucro. Un buen ejemplo de tal idea es la edición sueca en línea, que posee alrededor de 6.000 números y que es generada en la escuela de biblioteconomía de Borås. Se basa exclusivamente en el trabajo voluntario y sin fines de lucro, principalmente como medio de capacitación.

4. Conclusiones

En el presente artículo hemos presentado un repaso general de la historia del desarrollo y la revisión de la CDU, pues este conocimiento es clave para comprender qué está ocurriendo y qué se pretende para el futuro del sistema de clasificación. Un compromiso importante del nuevo equipo editorial es ayudar a los usuarios a comprender qué ocurre con la CDU, cuáles son las ventajas y los beneficios de los cambios y cómo pueden ser mejor aprovechados.

El principal objetivo de la política de mantenimiento y desarrollo de la CDU en los años venideros es continuar el trabajo iniciado en 1993 para actualizar todo el sistema. Al hacer esto, el plan también es mejorar el control sobre los cambios y su consistencia, y asegurar que los usuarios reciben un apoyo completo durante el seguimiento y la implementación de tales cambios en su ambiente. Adicionalmente, se realizarán esfuerzos para proveer al sistema con un índice alfabético y vínculos con otros sistemas de materias, de forma que se aumente su poder de indexación y recuperación. La idea principal tras las exportaciones estandarizadas y los nuevos datos enriquecidos es disminuir los costos de producción e implementación de la CDU, así como aumentar el valor monetario de todos sus productos.

5. Bibliografía

- Broughton, V. (1998): «The revision process in UDC: an examination of the systematic auxiliary of 'Point of View' using facet-analytical methods». En *Extensions and Corrections to the UDC*, n.20, pp. 17-20.
- Cordeiro, M. I., y Riesthuis, G. (2006): «A new editorial support system for UDC». En *Extensions and Corrections to the UDC*, n.º 28, pp. 17-22.
- Dahlberg, I. (1971): «Possibilities for a new Universal Decimal Classification». En *Journal of Documentation*, 27 (1), pp. 18-36.
- FID Internal Documentation (1976): *UDC reform work*. C 75-35. La Haya.
- FID Internal Documentation (1990): *Task Force for System Development: final report*. La Haya.
- FID Internal Documentation (1991): *Guidelines for the creation of a standard version of UDC*. [UDC-CONS 91-54, UDC Ref. 91-5]. La Haya.
- Foskett, A.C. (1973): *The Universal Decimal Classification: the history, present status and future prospects of a large general classification scheme*. Londres: Clive Bingley.

- Freeman, R. R., y Atherton, P. (1969): «Final report of the research project for the evaluation of the UDC as the indexing language for a mechanized retrieval system». En *Proceedings of the First Seminar on UDC in a Mechanized Retrieval System conducted by R. R. Freeman and P. Atherton, Copenhagen, 2nd-6th September, 1968*. Copenhagen: Danish Centre for Documentation, 1969 (FID/CR Report no 9), pp. 29-37.
- Gilchrist, A. (1992): «UDC: the 1990s and beyond». En Williamson, N.J. y Hudon, M. (eds.). *Classification research for knowledge representation and organization: proceedings of the 5th International Study Conference on Classification Research, Toronto, Canada, 24-28 June 1991*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; La Haya: FID, pp. 69-78.
- Lloyd, G. A. (1972): «UDC: revise or relegate? FID's Standard Reference Code project and UDC improvement programme». En *Aslib Proceedings*, 24 (10), pp. 580-587.
- McIlwaine, I. C. (1990): «The work of the System Development Task Force». En Gilchrist, A. y Strachan, D. (eds.). *The UDC: essays for a new decade*. Londres: Aslib, pp. 19-28.
- McIlwaine, I. C. (1993): «UDC: the present state and future development». En *59th IFLA Council and Conference, Barcelona, Spain 22-28 August 1993*, booklet 4, pp. 37-39.
- McIlwaine, I. C. (1995): «UDC centenary: the present state and future prospects». En *Knowledge Organization*, 22 (2), pp. 64-69.
- McIlwaine, I. C. (1996): «New wine in old bottles: problems of maintaining classification schemes». En Green, R. (ed.). *Knowledge organization and change: proceedings of the Fourth International ISKO Conference, 15-18 July 1996, Washington DC*. Frankfurt/Main: Indeks Verlag, pp. 122-136.
- Slavic, A. (2005): «The use of classification in the networked environment: the case of UDC». PhD thesis. University of London, University College London, 2005. [Disponible en la University of London Library y en la University College London Library].
- Slavic, A. (2006): «The level of use of Universal Decimal Classification in library OPACs: pilot study 2004-2005» [En línea] disponible en <<http://dlist.sir.arizona.edu/1688>> [Consulta: 10 de enero de 2008].
- Slavic, A. (2006a): «UDC in subject gateways: experiment or opportunity?». En *Knowledge Organization*, 33 (2), pp. 67-85 [En línea] disponible en <<http://dlist.sir.arizona.edu/1556>> [Consulta: 10 de enero de 2008].
- Slavic, A. (2008): «Use of the Universal Decimal Classification: a worldwide survey». En *Journal of Documentation*, 64 (2), pp. 211-228. Pre-print disponible en <<http://dlist.sir.arizona.edu/1555>> [Consulta: 10 de enero de 2008].
- Slavic, A.; Cordeiro, M. I., y Riesthuis, G. (2007): «Enhancement of UDC data for use and sharing in a networked environment». En *Librarian Workshop in conjunction with The 31st Annual Conference of the German Classification Society on Data Analysis, Machine Learning, and Applications, March 7-9, 2007, Freiburg i. Br., Germany* [En línea] disponible en <<http://dlist.sir.arizona.edu/2093>> [Consulta: 10 de enero de 2008].
- Wellisch, H. (1971): «Reorganization of the UDC». En *Nachrichten für Dokumentation*, 22 (2), pp. 55-63.
- Williamson, N. J. (1990): «The UDC: its future». En Gilchrist, A. y Strachan, D. (eds.). *The UDC: essays for a new decade*. Londres: Aslib, pp. 29-32.
- Williamson, N. J. (1994): «The future revision of the UDC». En *Extensions & Corrections to the UDC*, n.16, pp. 19-27.

Desarrollo histórico de los indicadores de Ciencia y Tecnología, avances en América Latina y México

Edna Alcázar Farías*, Alejandro Lozano Guzmán**

Resumen: Los indicadores de Ciencia y Tecnología son de gran utilidad en el desarrollo de políticas adecuadas de investigación. La información que éstos proporcionan permite realizar una asignación correcta de los recursos, otorgar financiación, tomar decisiones en la gestión de grupos y de proyectos, y, mediante la determinación de capacidades y la identificación de debilidades, orientar mejor a la investigación. La evaluación con indicadores de ciencia y tecnología es ampliamente utilizada, de acuerdo con métodos empleados y aceptados internacionalmente, los cuales se han desarrollado desde los años treinta y se han adaptado a las necesidades de cada época. En el presente resumen se realiza una revisión de los principales avances que sobre indicadores de ciencia y tecnología se han tenido hasta la fecha. Así mismo se hace énfasis en la necesidad de desarrollar nuevas metodologías de evaluación del impacto socioeconómico de la ciencia y la tecnología.

Palabras clave: evaluación, impacto económico, impacto social, indicador, innovación.

Historical development of Science and Technology Indicators advances in Latin America and Mexico

Abstract: *Science and technology (S&T) indicators are very useful in the development of research policies. They assist decision-makers in distributing resources appropriately, in the awarding of funding, in the management of research groups and projects, and, via the identification of capacities and weaknesses, better orientate research. These indicators are widely used, following internationally accepted methodologies that have been developed since the 1930s and adapted to the needs of different times. However, the relationship between engineering, technology and economic activity has insufficient indicators and there is a lack of methodologies for investigating it; the accurate assessment of the social, educational, cultural, environmental and commercial impact(s) of engineering projects is very difficult. With the aim of being able to determine the impact of research and technological development, this work discusses the main advances made in the use of S&T indicators. Emphasis is placed on the need to develop new methodologies for assessing the socioeconomic impact of science and technology, particularly from the perspective of Latin American countries.*

Keywords: *assessment, economic impact, indicator, innovation, social impact.*

* División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, México. Correo-e: ednaalcazar@uaq.mx.

** Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, México. Correo-e: alcctq@concyteq.org.mx.

Recibido: 5-8-08; 2.^a versión: 24-12-08; 3.^a versión: 15-4-09.

1. Introducción

La ciencia, la tecnología, y la innovación, tienen un papel protagonista en el crecimiento económico, en la productividad, en la competitividad, en el desarrollo sostenible y en el mejoramiento de la calidad de vida de una sociedad. Desde esta perspectiva, es fundamental la elaboración de políticas, por parte de los Gobiernos de cada país, que orienten la dirección que ha de tener la investigación, de acuerdo con las necesidades y capacidades propias de cada región, de tal manera que se desarrollen, fortalezcan y mantengan las capacidades científicas adquiridas.

En la construcción de estas políticas debe contarse con datos precisos que reflejen el impacto y los alcances de las actividades científicas y tecnológicas en una sociedad, en lo económico, en lo académico, así como en el medio ambiente. Con esta información, los países, especialmente los que están en vías de desarrollo, tendrían las bases necesarias para justificar el incremento de su inversión en ciencia y tecnología, a un nivel que eleve el desarrollo socioeconómico y reduzca la cada vez mayor brecha científica y tecnológica con los países desarrollados.

Sin una correcta medición, no se puede planificar, prever e innovar. Por ello, el presente documento tiene como una de sus finalidades describir, con base en los antecedentes históricos, la evolución de los métodos evaluativos de la ciencia y la tecnología. Asimismo, se enfatiza sobre la importancia y necesidad de medir el impacto económico y social generado por la investigación, y sobre los problemas y limitaciones que presentan las metodologías utilizadas.

2. Evolución del desarrollo de indicadores de ciencia y tecnología

2.1. 1930 a 1960

En 1930 la Unión Soviética fue el primer país que utilizó información estadística sobre ciencia y tecnología, con la finalidad de impulsarlas como un recurso al servicio de la nación. Posteriormente, en 1940, los Estados Unidos comenzaron a recopilar los primeros datos estadísticos sobre esta actividad.

Después de la II Guerra Mundial se reconoce el impacto que la ciencia tiene en el desarrollo económico de las naciones, y a iniciativa de los Estados dominantes y de algunas instituciones internacionales —como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la *National Science Foundation* (NSF) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)— el tema de los indicadores de evaluación toma gran fuerza y, así, varios países llevan a cabo sus propias estadísticas. Pero, dadas las distintas metodologías de obtención de datos, resultaban incomparables debido a la diferencia de conceptos y criterios utilizados.

2.2. Década de los años sesenta

Destaca el trabajo de instituciones norteamericanas privadas como el *Institute for Scientific Information* (ISI), que fue creado en 1961 por Eugene Garfield¹, y el *Computer Horizon Incorporation* (creado a finales de la década de 1960), entre otros, que han desarrollado técnicas y métodos de análisis de la ciencia.

En 1963 la OCDE edita el primer manual de lo que después se conocería como la *Familia Frascati*, destinado a describir el método a seguir para realizar encuestas que permitieran obtener datos sobre el personal dedicado a la investigación y al desarrollo experimental (OCDE, 1963).

2.3. Década de los años setenta

En 1972 el *National Science Board* (NSB) de la *National Science Foundation* (NSF) escribió la primera edición de *Science and Engineering Indicators*, publicación que se ha convertido en una de las referencias más comunes del análisis cuantitativo de la ciencia (NSB, 1989).

2.4. Década de los años ochenta

En la mayoría de los países europeos se generaliza la tendencia de evaluar el impacto de la ciencia y la tecnología con el inicio de las operaciones de las agencias dedicadas a la evaluación de tipo variado. En Reino Unido, Holanda y Francia, por ejemplo, se desarrollan técnicas de medición cuantitativa, destacando autores como Martin e Irvine (1984), Callon (1987), Rip (1987), Leydesdorff (1990a, 1990b) y Van Raan (1993), quienes se han centrado en el análisis de indicadores de salida. En Australia se impulsa la producción de indicadores específicos para cada institución de investigación, apoyada por el *Australian Research Council* (Velho, 1994). Asimismo, la OCDE publica un *Suplemento del Manual de Frascati*, destinado a medir los resultados en la enseñanza superior y a la preparación de estadísticas de investigación y desarrollo.

2.5. Década de los años noventa

En 1990 la OCDE publica el *Manual de la Balanza de Pagos Tecnológicos* (*BPT*), (proporciona pautas para analizar las transacciones comerciales relacionadas con el conocimiento científico y tecnológico de un país con el resto del mundo) y en 1992 la presenta el *Manual de Oslo* (sistematiza las mediciones so-

¹ Posteriormente en 1992, fue adquirida por *Thomson Business Information*, y actualmente es conocido como Thomson ISI.

bre innovación tecnológica utilizando un modelo interactivo de relación en cadena del proceso de innovación, el cual destaca el papel que los gobiernos pueden representar para promover la innovación a través del tejido económico). En 1994 el *Manual de Patentes* (mide las transferencias de tecnología a los sectores productivos mediante el registro de patentes), se incorpora a esta línea de trabajo, completando así a la *Familia Frascati*.

El *Manual de Canberra*, el cual define un marco teórico que sirve de guía para recopilar datos estadísticos comparables internacionalmente en relación con la existencia y demanda de personal dedicado a ciencia y tecnología, se publica en 1995 como un trabajo conjunto entre la OCDE y Eurostat.

América Latina se incorpora en esta década al proceso de desarrollo de indicadores de evaluación. A partir del trabajo previo de numerosos investigadores de diversos países, en 1995 se sientan las bases para la creación de la Red Iberoamericana e Interamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), organismo que ha trabajado para el logro de una Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología que considere la perspectiva de Latinoamérica.

En México, toma importancia la construcción de indicadores de Ciencia y Tecnología. Desde 1991, el CONACYT viene presentando su Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México, y desde 1996 ha dado a conocer la información referente a indicadores y estadísticas del país, así como su ubicación con respecto a otras naciones, en una publicación anual titulada Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas, que presenta tres tipos principales de indicadores: el gasto en ciencia y tecnología; el acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología; y la producción científica y tecnológica, y su impacto económico.

En esta misma década vuelve a tomar importancia el tema de la evaluación del impacto de la ciencia y la tecnología, tal y como lo señalan autores como Kostoff (1995), Oszlak y O'Donnell (1995) quienes apoyan la importancia de contar con indicadores de impacto con el objeto de obtener mayor conocimiento acerca de los distintos impactos de la ciencia y tecnología y, por otra parte, para apoyar la toma de decisión en política científica y tecnológica, especialmente en la evaluación y asignación de recursos a proyectos o unidades de investigación.

2.6. Primera década del nuevo milenio

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2006), el impacto de la ciencia y la tecnología es observable y puede ser medido en tres ámbitos principales: en el conocimiento, en lo económico y en lo social. El primero es medido mediante indicadores bibliométricos, las citas recibidas, las publicaciones y las patentes. Para el segundo impacto es posible utilizar la balanza de pagos de tecnología, el comercio de bienes de alta tecnología, y la innovación tecnológica. En el caso de la medición de los impactos sociales, hasta el momento no existen indicadores completamente normalizados.

Algunas de las principales metodologías reconocidas de evaluación de impacto socioeconómico de las actividades de ciencia y tecnología, son las empleadas por la OCDE, por Invertec, por Melkes de la Universidad de Chicago, la evaluación por pares, la evaluación costo-beneficio, los indicadores sectoriales, y el método de producción e impacto. Además hay otros métodos, que varían desde una simple lista o modelos de ponderación, hasta los modelos complejos de programación matemática y de simulación.

Godin (2005a), acepta que los indicadores de ciencia y tecnología se han vuelto una medida de la modernidad y del progreso de las sociedades y los países. En su investigación admite que la ciencia se ha convertido en una «empresa» que cuenta con importantes recursos financieros e intelectuales, que influye directamente sobre las acciones de la sociedad. Lo cual da importancia a la medida de la ciencia, y justifica que desde hace décadas expertos universitarios y organismos estadísticos nacionales midan a los científicos y sus actividades, con la esperanza de optimizar y orientar a las políticas y a las actividades científicas. En Godin (2005b), se destaca la importancia que está adquiriendo la demanda de estadísticas del impacto social y económico de la ciencia, la tecnología y la innovación. Este autor sugiere que para construir estos nuevos indicadores se requiere de nuevas cuestiones conceptuales, nuevas metodologías y nuevas personas o investigadores que estén más inmersos en los nuevos marcos históricos de la sociedad moderna.

Ya en esta década se reconoce el trabajo realizado por la RICYT en el desarrollo de nuevos indicadores, ejemplos del trabajo de este organismo son la publicación, en 2001, del Manual de Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe (Manual de Bogotá) y en 2006 del Manual de Lisboa. En el primero se realiza una conceptualización de la situación de la región, y en el segundo se proponen las pautas para la interpretación y el análisis de los datos estadísticos disponibles, así como la construcción de indicadores referidos a las tecnologías de la información y las comunicaciones.

En México la evaluación del impacto de la ciencia y la tecnología adquiere mayor importancia, en este sentido la Ley de Ciencia y Tecnología, subraya la necesidad de realizar evaluaciones periódicas sobre las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que hayan recibido fondos públicos. Lo anterior resulta especialmente importante dentro las instituciones que aplican este tipo de recursos en actividades científicas, con la finalidad de impulsar una asignación de recursos más eficiente, y a la vez justificar la inversión en ciencia y tecnología ante la sociedad.

A pesar de los esfuerzos realizados, el BID señala que los sistemas de información en América Latina son débiles y dispersos, debido a la limitada disponibilidad de datos confiables relacionados con tendencias en ciencia, tecnología e innovación, habiendo huecos en los informes y dudas en cuanto a la confiabilidad y definiciones, lo que dificulta un análisis profundo de las necesidades y del progreso, y limita, además, el desarrollo de estrategias certeras de investigación.

2.6. Retos futuros

A nivel mundial, entre los retos de la OCDE en esta nueva etapa (Gault, 2007) se encuentran el desarrollo de un sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología comparable al sistema de indicadores financieros existentes. Asimismo, este organismo tiene como retos presentar un indicador compuesto de ciencia, tecnología e innovación, y además fortalecer las políticas científicas. En este sentido, se destaca la importancia de los indicadores en el monitoreo, mercadeo, previsión y evaluación del gasto de los recursos públicos en programas y proyectos.

De acuerdo con OCDE, los indicadores que probablemente tomarán mayor importancia serán: indicadores de actividades (investigación y desarrollo, innovación, difusión del conocimiento y la tecnología, desarrollo de recursos humanos); indicadores de enlace (contratos, colaboración, comercialización, redes, fuentes de conocimiento, tecnologías y prácticas); indicadores de resultados (mercado, empleos especializados, ganancias), e indicadores de impacto (forma en que la ciencia y la tecnología han cambiado las condiciones de la sociedad).

3. Conclusiones

La evaluación del impacto real de la ciencia y la tecnología debe ser considerada como un asunto central, con la finalidad de construir políticas científicas y tecnológicas acertadas, que produzcan innovación y que den solución a los principales problemas que caracterizan a los países en desarrollo. Los criterios hasta ahora utilizados para evaluar el mérito científico en los países en desarrollo, no son completamente adecuados para la toma de decisiones de políticas de investigación, al igual que no son adecuadas para otorgar financiación correctamente dirigida. En este sentido, es necesario elaborar nuevas metodologías que consideren la relación entre los recursos invertidos en ciencia y tecnología y sus productos, en términos de los efectos reales registrados sobre la competitividad industrial, el crecimiento de la economía, la mejor calidad de vida de la sociedad, el empleo, la educación, la cultura y el medio ambiente, por mencionar algunas.

En América Latina y en México, una metodología de evaluación sobre el impacto de las actividades científicas y tecnológicas, más acorde con las condiciones internas prevaletentes, aportaría una base más sólida sobre la que sería posible definir propósitos generales y particulares, objetivos y metas, y evaluar el comportamiento y las repercusiones de la ciencia y la tecnología. Aún más, esta nueva metodología sería de utilidad para evaluar los efectos, en sus diferentes dimensiones, de la investigación desarrollada en el pasado, y por supuesto para determinar los alcances de la ciencia y la tecnología que se desarrolla en el presente. El resultado de este análisis sería de utilidad a la hora de definir el tipo de actividades científicas y tecnológicas más apropiadas para el futuro.

Considerando los antecedentes históricos presentados en este trabajo, la metodología de evaluación sobre el impacto de las actividades de investigación científica y tecnológica que es deseable aplicar en los países en desarrollo, es imprescindible que considere las problemáticas locales para que, si menoscabo de la excelencia académica, sirva para resolver problemas locales. De esta manera se evitará perpetuar el sistema de dependencia «país desarrollado-en vías de desarrollo» en el que la investigación de «estado del conocimiento» llevada a cabo por estos últimos países, sirve en muchas ocasiones, para que desde los países desarrollados se envíen productos y servicios de alto contenido científico y tecnológico a los países en vías de desarrollo, con un alto costo económico y social para estos últimos.

En la nueva metodología, también deberá hacerse énfasis en dar a conocer a la sociedad los productos de la investigación, ya que esto ayudaría a legitimar, sostener y fortalecer el sistema de ciencia, tecnología e innovación de los países en vías de desarrollo.

4. Bibliografía

- Bid (2006): Educación, ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe: Un compendio estadístico de indicadores. Departamento de Desarrollo Sostenible Interamericano del Desarrollo. Washington D.C.
- Callon, M. (1987): Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis. En W. Bijker, T. Hughes and T. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, p 83-103. London: MIT Press.
- Gault, F. (2007): Science, Technology and Innovation Indicators in the OECD: Next Steps. VII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Iberoamericana e Interamericana. Sao Paulo, Brasil, 23 al 25 de mayo. <http://www.ricyt.org/interior/interior.asp?Nivel1=6&Nivel2=2&Id> [7 de junio del 2008.]
- Godin, B. (2005a): *La science sous observation: cent ans de mesures sur les scientifiques 1906-2006*. Presses de l'Université Laval. ISBN 2-7637-8297-3. 96 pp. Québec, Canada.
- Godin, B. (2005b): *Measurement of Science and Technology: 1920 to the Present*. Routledge. ISBN 0-4153-4104-3. 360 pp. London and New York.
- Kostoff, R. (1995): *The handbook of research impact assessment*. Office of Naval Research. Arlington VA.
- Ley de Ciencia y Tecnología, artículo 12, fracciones I y VIII. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/242.pdf> [16/01/2008].
- Leydesdorff, L. (1990a): Relation among science indicators or more generally predictions on the basis of anything one might know about texts. The dynamics of science. *Scientometrics*, 19, 271-296.
- Leydesdorff, L. (1990b): The prediction of science indicators using information theory. *Scientometrics*, 19, 297-324.

- Martin, B., e Irvine, J. (1984): CERN: past performance and future prospects I. CERN's position in world high-energy physics. *Research Policy*, 13, 183-210.
- NSB (1989): Science & engineering indicators. Washington, D.C.
- OCDE (1963): The measurement of Science and Technological Activities. Proposed standard practice for surveys of Research and Experimental Development. «Frascati Manual Frascati». OCDE. 261 pp. París.
- Oszlak, O., y O'Donnell, G. (1995): Estado y políticas estatales en América Latina. En la sección Dossier de REDES: *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 2 (4), septiembre. Buenos Aires.
- Rip, A. (1987): The challenges to science policy studies. *Metascience*, 5, 75-92.
- Van Raan, A. (1993): Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation*. 3, 151-166.
- Velho, L. (1994): Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos. En Martínez, E. (ed.), *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*. Nueva Sociedad. Caracas. UNESCO.

NOTICIAS / NEWS

2.º Seminario Internacional sobre Ranking Universitarios

La constante globalización del sistema de educación superior y la naciente competencia de universidades en el ámbito internacional por la obtención de recursos humanos y económicos son algunas de las razones que explican la proliferación de rankings universitarios. Y es que la mejora de la posición de una Universidad en un ranking educativo puede aumentar su visibilidad institucional y atraer estudiantes, investigadores y fondos. Debido a esto, se han venido celebrando distintos seminarios y congresos internacionales sobre la metodología que entraña estos rankings. El Congreso Internacional sobre Universidades Mundiales en Shangai y el Simposio Internacional sobre Ranking Universitarios en Leiden son un buen ejemplo.

El pasado 21 de abril se celebró en Madrid el 2.º Seminario Internacional sobre Ranking Universitarios dedicado a la presentación de las mejoras y las aportaciones metodológicas de los principales ranking de universidades existentes. El Workshop fue organizado por el Laboratorio de Cibermetría del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en su nueva sede del Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS). A diferencia de su primera edición, centrada en la descripción técnica del Ranking Mundial de Universidades en la Web (www.webometrics.info) y donde se incluía un seminario práctico sobre posicionamiento de web universitarias, la segunda convocatoria tuvo un mayor número de ponentes que aportaron diferentes iniciativas en el diseño de ranking universitarios. Esta mayor cobertura suscitó el interés de investigadores provenientes de diferentes disciplinas (bibliometras, investigadores de la web, gestores universitarios, etc.) y países, sobrepasando las expectativas de los organizadores y convirtiéndose en un referente para la discusión sobre los ranking universitarios.

Después de una breve charla inaugural por parte del Director del CCHS, Eduardo Manzano, la primera presentación corrió a cargo de Vicente Guerrero Bote de la Universidad de Extremadura y miembro del grupo de investigación SCImago. Su presentación titulada «SCImago Institutions Rankings» se centró en la introducción y descripción de un nuevo ranking académico, el cual está aún en modo de pruebas. Este ranking es una aplicación bibliométrica basada en publicaciones y citas, y que permite la construcción de diferentes rankings a partir de 2.000 universidades e instituciones de investigación. Estas organizaciones pueden ser ordenadas según diferentes criterios (artículos, citas, colaboración internacional,

indicadores de Leiden o Karolinska) a partir de datos obtenidos exclusivamente de Scopus. Su principal ventaja es la posibilidad de producir informes a la carta comparando la evolución de distintas instituciones de acuerdo a estos indicadores.

A continuación, tuvimos la oportunidad de escuchar a Martijn Visser en representación del Centre for Science and Technology Studies (CWTS) de la Universidad de Leiden en los Países Bajos. Él nos habló sobre el Leiden Ranking 2008 desarrollado por dicho centro. Como el anterior, el Leiden Ranking 2008 (www.cwts.nl/ranking/) clasifica sus instituciones académicas utilizando sólo indicadores bibliométricos, aunque estos se apoyan en el largo y profundo bagaje que este centro posee en el ámbito de la bibliometría. Sin embargo, su principal inconveniente es la escasa cobertura, ya que únicamente consiste en un ranking europeo y otro mundial de 250 instituciones cada uno. Sin embargo, el Leiden Ranking 2008 se nutre de datos de la Web of Science, aplicando sus conocidos indicadores CWTS y su proceso de normalización. Es interesante señalar que el Leiden Ranking 2008 es una aplicación orientada a la investigación con el objetivo de posibilitar un estudio más profundo de la actividad científica como puede ser la desigual posición de las universidades americanas frente a las europeas, el impacto de la colaboración científica o sus relaciones con otros indicadores de I+D.

El siguiente participante fue Isidro Aguillo, responsable del Laboratorio de Cibermetría el cual publica el World Ranking of Web Universities. A diferencia de los dos ranking anteriores, este muestra la actividad web y desarrollo tecnológico de 6.000 instituciones educativas. Estas instituciones se ordenan por el Webometrics Rank, un indicador lineal que combina diferentes variables como el número de páginas web, enlaces entrantes y número de artículos alojados en la web. Estos datos son extraídos de los principales buscadores. La principal contribución de este ranking es su cobertura –el ranking más amplio hasta la fecha– y provee un punto de vista diferente sobre la actividad académica en la Web (acceso abierto, e-educación, etc.). Isidro Aguillo nos informó de nuevas mejoras al World Ranking of Web Universities, ya que este ranking no sólo mide la producción científica en la Web sino también la actividad educativa dentro de esta. Entre las principales mejoras, se puede destacar un nuevo conteo de enlaces provenientes de web académicas. Otra novedad es la construcción de un nuevo ranking de departamentos y grupos de investigación, centrándose en unidades más cercanas a la actividad científica de una universidad. También anunció mayores esfuerzos en la normalización y agregación de diferentes dominios pertenecientes a una misma universidad.

Finalmente, la última presentación fue ofrecida por Ben Sowter, responsable de investigación del QS Intelligence Unit que publica el Times Higher Education–QS World University Rankings. Este ranking comercial trata de medir distintos aspectos de excelencia de cada universidad. Se basa en diferentes indicadores para clasificar las instituciones de educación superior otorgándole distintos pesos, siendo un 40% a la revisión por pares, 20% al número de estudiantes por pro-

fesor, 5% al profesorado internacional, 5% al número de estudiantes internacionales y un 20% a las citas por profesor. A diferencia de las propuestas anteriores, el THE-QS Ranking (www.topuniversities.com) usa tanto indicadores cuantitativos como cualitativos con la intención de valorar no solo la actividad científica sino también la calidad formativa, salida profesional y ámbito internacional. Ben Sowter también comentó desarrollos futuros en este ranking, como el hecho de ampliar el ranking creando perfiles temáticos, pasar de ranking globales a ranking regionales (Sudeste Asiático) y nacionales, y rediseñar el ranking añadiendo nuevos criterios de ordenación con nuevos indicadores (artículos por profesor) además de redistribuir el peso de cada uno.

Después del almuerzo, el Workshop terminó con una sesión práctica a cargo de Isidro Aguillo. El objetivo fue describir técnicas y habilidades cibernéticas que facilitasen la gestión de sedes web universitarias, mejorando su visibilidad. Esta sesión se organizó en tres partes: Indicadores cibernéticos, donde explicó los principales operadores para extraer información de los buscadores; Cibermetría aplicada, relacionado con el posicionamiento web y la optimización en buscadores; y Análisis del visitas web, sobre técnicas y programas de monitorización de visitas en una web.

Más información sobre este evento en: www.webometrics.info/workshop.html.

José Luis Ortega

Analisis de I+D

Vicepresidencia de Investigación Científica y Técnica

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

CRÍTICA DE LIBROS / BOOK REVIEWS

Manual de indización: Teoría y práctica

Isidoro Gil Leiva

Gijón: Trea, 2008. ISBN 978-84-9704-367-0

La obra ofrece un panorama completo de la indización de documentos; en un lenguaje claro se aborda la indización desde el proceso cognitivo de reconocimiento de textos, hasta la evaluación de los resultados, con una metodología en que se añan la exposición teórica de los distintos aspectos que intervienen en la indización, con la presentación de supuestos prácticos, tanto referidos al análisis de documentos textuales, como a documentos sonoros, gráficos y audiovisuales, que sirven de base para afianzar el estudio de esta materia. Dado su carácter académico y divulgativo, son sus fundamentales destinatarios los alumnos del área de conocimiento de Biblioteconomía y Documentación, sin olvidar a los profesionales del sector, a los profesores —para quienes constituye un valioso referente de ayuda— y, en general, a todos los estudiosos e investigadores del mismo.

Como una concepción integradora de los distintos elementos que intervienen en el proceso, el libro se ha estructurado en seis capítulos dedicados a la teoría y práctica de la indización, al análisis de las normas, el estudio de las cualidades necesarias para llevar a cabo la tarea con éxito, así como al papel que desempeña en la recuperación de información. En el primer capítulo *El proceso cognitivo y la indización*, se explican los aspectos subjetivos de la comprensión: la memoria, estrategias de lectura, de comprensión y de reducción de la información, poniendo de manifiesto la interconexión entre el proceso cognoscitivo y la indización.

En el segundo capítulo *La indización*, se tienen en cuenta los orígenes de la indización, y sus avances desde que se dieron sus primeras manifestaciones en la antigüedad, hasta los más recientes programas de indización automática. Se abordan, en este apartado, los fundamentos teóricos de la disciplina, y recoge el autor distintas conceptualizaciones del término destacando la sesgada delimitación de la indización que realizan distintos autores e instituciones, al no tener en cuenta la indización de la petición de información del usuario, es decir, en la fase de búsqueda o recuperación, reflexión a la que, a mi entender, como profesional del área, otorgo gran importancia y consideración. Conforman el segundo capítulo además, la exposición de las normas y cualidades de la tarea de

indizar, y, por último, la indización en Internet, donde se apunta la función de los metadatos, por una parte, en la localización, identificación y descripción de recursos legibles e interpretables por máquinas y, por otra parte, en la interoperabilidad.

El tercer capítulo *Herramientas para la indización*, trata de la naturaleza de los recursos para la normalización del vocabulario. Este capítulo viene complementado por el cuarto, dedicado a la *Práctica de la indización*, tanto empleando lenguaje natural como controlado, así como a las políticas de indización de grandes bases de datos documentales.

El quinto capítulo, *Indización automática*, constituye el área de especialidad del autor, de reconocido prestigio en dicho campo, cuya primera monografía acerca de la automatización de la indización de documentos, fue obra pionera en nuestro país. Analiza, en esta ocasión, su interdisciplinariedad con especialidades como la lingüística, terminología, informática, lingüística computacional y estadística, que han sentado los fundamentos de la indización por procedimientos automáticos; así como las herramientas empleadas en la automatización del análisis de contenido. Por último, el profesor Gil Leiva presenta, analiza y evalúa un prototipo de indización creado por él mismo, que incluye la identificación automática de términos y la selección manual, compatible con un lenguaje documental para el control de vocabulario y de criterios cualitativos de indización.

Respecto al capítulo sexto, dedicado a la evaluación de la indización, se exponen modelos de evaluación intrínseca y extrínseca de los resultados de la indización de documentos, con objeto de optimizar la calidad de los resultados del proceso.

Todo ello va acompañado de una abundante y actualizada bibliografía, tanto básica como específica, organizada por capítulos, de gran utilidad para toda aquella persona que desee adentrarse y profundizar en los distintos aspectos de cada cuestión tratada. El libro constituye, en definitiva, una valiosa contribución a la teoría y práctica de la indización, que muchos recibimos con agradecimiento y cuya lectura es, si no obligada, al menos recomendada para todos aquellos que quieran conocer los entramados del análisis documental de contenido.

Para terminar, me gustaría añadir que he tratado de localizar el punto débil de la obra, pero no lo he encontrado, al tratarse de un trabajo maduro llevado a cabo con gran esmero, del que cabe resaltar el notable esfuerzo de síntesis realizada por el autor para incorporar todos los aspectos concretos de la disciplina en una publicación en la que, la aportación más interesante, es la habilidad con la que concilia teoría y práctica en una amplia y clarificadora exposición en la que en ambas facetas se incluyen ejemplos, tablas e ilustraciones, todos ellos recursos de gran utilidad para la comprensión de los fundamentos teóricos y metodológicos de la indización.

Blanca Gil Urdiciain

Universidad Complutense de Madrid