

Análisis de la red de colaboración científica sobre tabaquismo entre centros sanitarios españoles a través del Science Citation Index (1999-2003)

Santiago José Villanueva Serrano^a, José Ignacio de Granda Orive^b, Rafael Aleixandre Benavent^c, Francisco García Río^d, Juan Carlos Valderrama Zurián^c y Adolfo Alonso Arroyo^c

^aServicio de Cuidados Intensivos. Hospital General Básico de la Defensa Vázquez Bernabeu. Valencia. España.

^bServicio de Neumología. Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. España.

^cInstituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero. Universitat de València-CSIC. Valencia. España.

^dServicio de Neumología. Hospital Universitario La Paz. Madrid. España.

OBJETIVO: Analizar la red de colaboración científica que genera la coautoría de artículos científicos entre centros sanitarios españoles en el área de tabaquismo.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se seleccionaron los artículos sobre tabaquismo aparecidos en Science Citation Index entre los años 1999 a 2003, en cuya autoría participaron 2 o más centros sanitarios españoles. Se analizó la red de colaboración subyacente, comparando las medidas más importantes de centralidad y elaborando mapas bibliométricos que permitan su visualización. Se emplearon las herramientas informáticas para el análisis de redes UCINET[®] y NETDRAW[®].

RESULTADOS: Treinta y cinco centros sanitarios españoles (29 hospitales y 6 centros de salud), pertenecientes a 8 comunidades autónomas distintas, intervinieron en 21 trabajos de colaboración nacional interinstitucional entre centros sanitarios. El Hospital de La Princesa obtiene los valores más altos de grado nodal (16), grado de proximidad normalizado (86,66) y grado de intermediación (39), y forma parte del núcleo de la red, junto con los Hospitales de Cruces, San Pedro de Alcántara, La Paz, Vall d'Hebron y General Yagüe. Las comunidades autónomas de Castilla y León, Madrid y Cataluña son asignadas al núcleo de la red de colaboración intercomunitaria basada en la coautoría de trabajos científicos entre centros sanitarios.

CONCLUSIONES: El análisis de redes permite identificar las instituciones más influyentes en la red de colaboración científica que genera la coautoría de artículos científicos en el área de tabaquismo. El Hospital de la Princesa destaca en todas las medidas de centralidad. Las comunidades autónomas de Castilla y León, Madrid y Cataluña configuran un subgrupo de la red altamente interconectado y cohesionado.

Palabras clave: España. Tabaquismo. Publicaciones científicas. Análisis de coautorías. Redes de colaboración.

Spanish Medical Center Collaboration on Smoking Research From 1999 Through 2003 According to the Science Citation Index

OBJECTIVE: To analyze the network structure of collaboration between medical centers sharing authorship of scientific articles on smoking.

MATERIAL AND METHODS: Articles reporting smoking research by authors from 2 or more Spanish medical centers between 1999 and the end of 2003 were identified through the Science Citation Index. The network of collaboration behind the research was analyzed and the most important measures of centrality were compared. To display the data, scientometric maps were constructed using UCINET and NETDRAW network analysis tools.

RESULTS: Thirty-five Spanish medical centers (29 hospitals and 6 health care clinics) in 8 autonomous communities were involved in 21 collaborative research projects. Hospital de La Princesa was the network core institution with the highest degrees of nodal (16), closeness (88.66), and betweenness (39) centrality. Other core nodes in the network were the following hospitals: de Cruces, San Pedro de Alcántara, La Paz, Vall d'Hebron, and General Yagüe. The autonomous communities of Castile and Leon, Madrid, and Catalonia were assigned positions at the core of the intercommunity collaborative network based on coauthorship of scientific papers shared among their medical centers.

CONCLUSIONS: Network analysis helps identify the most influential institutions in a scientific community that generates coauthored articles in the field of smoking research. Hospital de la Princesa had the highest measures of centrality. The autonomous communities of Castile and Leon, Madrid, and Catalonia form a highly connected, cohesive subgroup within the network.

Key words: Spain. Smoking. Scientific publications. Coauthorship. Collaboration

Introducción

El tabaquismo es la principal causa aislada de mortalidad, morbilidad y discapacidad prematuras y evitables

Correspondencia: Dr. S. Villanueva Serrano.
Avda. Cortes Valencianas, 35, P127. 46015 Valencia. España.
Correo electrónico: santivillanueva@wanadoo.es

Recibido: 2-5-2006; aceptado para su publicación: 30-10-2006.

en los países industrializados, como España¹, donde la prevalencia del consumo de tabaco en el año 2003 alcanzó al 31% de las personas mayores de 16 años². La investigación científica en el campo del tabaquismo tiene como objetivo luchar contra esta pandemia y limitar sus consecuencias sobre la salud de las personas. La colaboración científica y tecnológica se considera un instrumento útil para la investigación en numerosos ámbi-

tos de la ciencia³. La colaboración facilita el flujo de información y el contraste de criterios, mejora las posibilidades técnicas a las que tienen acceso los investigadores y permite compartir costes y mejorar la eficiencia de la actividad científica. Mientras que la colaboración en algunas áreas científicas, como las matemáticas, es a menudo internacional, en el campo de medicina clínica predomina la colaboración nacional⁴.

Una de las formas más tangibles de cooperación científica es la coautoría de artículos científicos. La cuantificación de la colaboración científica se ha basado fundamentalmente en el empleo de indicadores bibliométricos⁵. El estudio de las redes científicas tiene una larga trayectoria en la bibliometría, que se ha ocupado extensamente de las redes formadas por las citas entre trabajos. Las aportaciones de Crane⁶ sobre los "colegios invisibles" señalan a las redes científicas como un nuevo elemento explicativo del crecimiento del conocimiento científico, en la segunda fase de la curva logística propuesta por de Solla Price⁷.

La coautoría de artículos publicados en revistas proporciona información útil sobre las estructuras de colaboración en la comunidad científica, que configuran "redes de colaboración". En estas redes, los nodos representan autores (grupos, instituciones, países, etc.). Dos autores o instituciones están conectados si han firmado conjuntamente uno a más artículos. La estructura de tales redes revela características importantes de una determinada comunidad científica⁸.

El estudio de las redes de colaboración científica basado en la coautoría de trabajos científicos es un enfoque relativamente reciente, siendo más frecuente el estudio de las citas. Las redes de colaboración difieren sustancialmente de las redes basadas en las citas: en las primeras, los nodos son autores y los vínculos son coautorías, mientras que en segundas los nodos son artículos y los vínculos son citas.

Desde los años noventa varios autores se han interesado por la utilidad potencial del estudio de las redes formadas por autores o instituciones que colaboran en artículos científicos^{9,10}. Estas redes son genuinas redes de afiliación en las que los actores están vinculados por su pertenencia común al grupo de coautores de un artículo. Son redes sociales en sentido estricto, puesto que 2 autores que escriben juntos un artículo mantienen entre sí una relación científica o académica.

De la colaboración entre autores o instituciones emerge una estructura relacional que puede ayudar a comprender, gestionar y predecir los resultados de la producción científica generada por grupos de coautores. Permite asimismo valorar la eficiencia de una red para el logro de metas y estimar los efectos en la red de diversas estrategias e intervenciones (programas de colaboración, intercambio de investigadores, utilización conjunta de instalaciones y equipos, etc.).

El análisis de redes sociales estudia la forma en que se conectan individuos u organizaciones, define la posición que ocupan en la red, sus grupos y estructura global, los flujos de conocimiento e información y las relaciones de influencia recíproca¹¹. Además, facilita la representación formalizada de estas relaciones a través

de algoritmos estandarizados. De este modo se puede representar gráficamente la estructura de una red de colaboración y medir índices numéricos que definen de manera objetiva algunas de sus propiedades y la situación relativa de los autores e instituciones en el conjunto de la red. La visualización de la estructura de la red es una parte esencial del análisis de redes. El mapa bibliométrico obtenido a partir de una red de colaboración permite mostrar de forma fácilmente comprensible las relaciones entre autores o instituciones, y ofrece una nítida impresión visual de su estructura y componentes, subgrupos cohesionados y aislados, etc.

Un número elevado de conexiones significa que las instituciones se exponen a más información y más diversa. Las instituciones bien conectadas pueden movilizar mejor sus recursos y disponer de perspectivas diferentes para resolver problemas. Los vínculos de las redes de colaboración afectan al acceso a recursos, facilitan tanto la transmisión de información como el aprendizaje y crean espacios de influencia. Estas relaciones pueden ayudarnos a entender la difusión, distribución, homogeneidad o heterogeneidad de la producción científica en un país o región. En España, Molina y Muñoz¹² se han interesado por las redes sociales que emergen de la coautoría de trabajos científicos. Más recientemente, González Alcaide et al¹³ han investigado las redes de colaboración entre instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina.

El objetivo de este trabajo ha sido describir y visualizar la red de colaboración científica entre centros sanitarios generada en España por la coautoría de artículos científicos en el área de tabaquismo, a través del Science Citation Index, en el período 1999-2003, así como cuantificar las medidas de cohesión, centralidad y accesibilidad de dicha red, empleando las modernas herramientas informáticas de análisis reticular.

Material y métodos

Base de datos

La base de datos utilizada en este trabajo ha sido Science Citation Index (SCI) Expanded, de la plataforma ISI (Institute for Scientific Information) Web of Knowledge, producida por ISI-Thomson. El SCI Expanded es una base de datos multidisciplinaria, que recoge la producción científica de mayor difusión internacional (*main stream science*). Incluye la afiliación institucional de los firmantes de los trabajos y permite realizar así estudios sobre la colaboración interinstitucional, aspecto que no puede medirse en otras bases bibliográficas.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se centró en el período 1999-2003 y se realizó el 25 de noviembre de 2004. Se emplearon los descriptores para el área de tabaquismo ya definidos previamente por nuestro grupo¹⁴, en el campo "título" del SCI, entre todos los artículos registrados como "originales" y "revisiones". Todos los artículos recuperados se revisaron manualmente para garantizar su relevancia con respecto al tema de investigación.

Homogeneización de enunciados

La base de datos resultante se procesó mediante Microsoft Access®, practicándose una depuración y homogeneización

manual de los enunciados que designan las distintas instituciones en el SCI, a fin de evitar que una misma institución pudiera aparecer con 2 o más enunciados diferentes.

Elaboración de matrices de transacción bibliométrica

Una vez depurada y homogeneizada la base de datos, se seleccionaron los artículos cuyos firmantes pertenecen al menos a 2 centros asistenciales españoles (hospitales y centros de salud). Con la lista de hospitales resultante se elaboraron las correspondientes matrices de adyacencia modo-uno, quedando definida una "relación" entre centros asistenciales y comunidades autónomas como la "colaboración o coautoría en un mismo artículo científico".

Las matrices de transacción bibliométrica son matrices cuadradas de datos estadísticos que relacionan unidades (revistas, instituciones, países, etc.) o elementos (artículos, libros, etc.) bibliométricos. Fueron analizados por primera vez por De Solla Price¹⁵ en 1981. Las coautorías pueden considerarse transacciones bibliométricas¹⁶.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos han sido objeto de análisis descriptivo (intervalo de confianza del 95%).

Visualización y análisis estructural de la red de colaboración

La representación gráfica que permite la visualización de los resultados obtenidos del análisis de las matrices de transacción bibliométrica recibe el nombre de "mapa bibliométrico"¹⁶. Proporciona información visual clara y fácilmente comprensible de las relaciones entre los elementos que forman redes bibliométricas complejas, y facilita su explotación analítica. La visualización de una red constituye el único recurso disponible que permite su análisis estructural.

Para el estudio de la red se empleó el programa UCINET^{®17}, considerado el programa estándar para el análisis de redes, que incluye el programa NETDRAW[®] para visualización de redes y elaboración de grafos.

Se estudiaron las medias básicas de centralidad, cuyos conceptos básicos merecen alguna aclaración.

– La densidad es el concepto más ampliamente usado en la teoría de grafos. Describe el nivel global de relación entre los puntos de una red. La densidad de una red es alta si muchos actores o nodos están conectados entre sí. En una red de colaboración científica, la densidad mide la proporción de colaboraciones distintas existentes sobre el total de colaboraciones distintas posibles. Cuantifica una estimación de la intensidad de la colaboración en el conjunto de la red. Se excluyen del cálculo las colaboraciones redundantes.

– La distancia entre 2 puntos de una red es la longitud o número de lazos por el camino más corto (geodésico) que los conecta. Dos puntos conectados por una línea son adyacentes. En una red de colaboración científica, una distancia de 1 indica una colaboración directa (adyacencia). Si la distancia es 2, indica que 2 autores o instituciones colaboran con un tercero común, pero no directamente entre sí, y así sucesivamente. La distancia estima el "esfuerzo" que debe realizar una institución para acceder a otra.

– La accesibilidad (*reachability*) expresa la conexión recíproca, a través de uno o más lazos, de 2 actores de una red. Pone en evidencia la capacidad de los actores de una red de ponerse en contacto a través de un número limitado de relaciones intermedias y de compartir ideas y recursos. Un centro asistencial de la red es accesible por otro si existe una línea de colaboraciones que los unen. Si hay muchas instituciones desconectadas o poco conectadas, la red está poco estructurada y cohesionada, y tienden a aparecer subgrupos.

– El grado nodal o rango (*degree*) de un actor en una red es la medida numérica de los distintos actores con los que éste mantiene una relación directa o de adyacencia. En una red de colaboración científica, expresa cuántas conexiones tiene una institución y representa una estimación de su influencia. En nuestro caso, cuantifica el número de colaboraciones en las que interviene cada centro sanitario. Refleja su nivel de actividad y permite conocer a las instituciones más prestigiosas o de referencia para el resto de la red. El rango suele considerarse una medida del índice de accesibilidad a la información que circula por la red.

– El grado de intermediación (*betweenness*) es otra medida de centralidad. Expresa el grado hasta el cual un determinado actor se interpone entre otros actores de la red. Un actor con un grado nodal relativamente bajo puede desempeñar un papel importante como intermediario en una red. El grado de intermediación discrimina a los actores que desempeñan el papel de mediador (*broker o gatekeeper*) en una red. Se asocia al control de los flujos comunicativos óptimos. Indica cuáles son los actores más influyentes y los que controlan el flujo de información en una red. Los actores con un alto grado de intermediación causan un aumento significativo de la distancia entre los demás cuando se eliminan de la red. En nuestro estudio, cuantifica la frecuencia con que aparece una institución en el tramo más corto (geodésico) que conecta a otras 2 instituciones. Es decir, muestra cuándo un centro asistencial es intermediario entre otros 2 que no colaboran directamente entre sí. O, lo que es lo mismo, muestra cuántas veces un centro asistencial hace de "puente" entre otros 2.

– Las medidas de centralidad son indicadores de prestigio o influencia, ya que miden el grado de oportunidad de influir o ser influido por otros actores. Los actores que obtienen mayores puntuaciones en las medidas de centralidad componen el centro de la red, mientras que los que obtienen puntuaciones bajas se agrupan en la periferia. Los modelos de asignación centro-periferia permiten clasificar mediante procedimientos matemáticos a los distintos actores de una red en alguna de ambas zonas.

Resultados

Del período 1999-2003 se han recuperado del SCI un total de 3.484 trabajos sobre tabaquismo (tabla I). En 94 de ellos participan centros sanitarios españoles (hospitales o centros de salud), en 21 de los cuales (22,34%) figuran como coautores 2 o más centros asistenciales españoles. En dichos trabajos intervienen un total de 35 centros sanitarios (29 hospitales y 6 centros de salud). De las 99 instituciones españolas que publicaron algún trabajo en el área de tabaquismo durante el período de tiempo estudiado, 63 (63,6%) son centros sanitarios.

En la figura 1 se muestran las relaciones de colaboración científica entre centros sanitarios españoles generadas por la coautoría de artículos científicos sobre tabaquismo a través del SCI entre 1999 y 2003. Los círculos representan centros sanitarios (hospitales y centros de salud) y las líneas indican las colaboraciones entre ellos. El grosor de las líneas depende del número de trabajos en que han colaborado 2 instituciones. El trazo más grueso corresponde a 4 colaboraciones, y el más fino, a una colaboración. Puede observarse que hay hospitales más conectados que otros, y que la red está fragmentada en varios subgrupos. Los 35 hospitales configuran una estructura reticular que no está completamente conectada, sino compuesta por 8 subgrupos desconectados entre sí.

TABLA I
Indicadores de producción y colaboración científica sobre tabaquismo entre centros sanitarios españoles en el Science Citation Index (SCI), 1999-2003

N.º de trabajos sobre tabaquismo de la base de datos (SCI, 1999-2003)	3.484
N.º de trabajos producidos por centros sanitarios españoles	94
N.º de trabajos de colaboración entre centros sanitarios españoles	21
N.º de centros sanitarios españoles que realizan colaboraciones nacionales con otros centros sanitarios	35
N.º de centros sanitarios españoles que producen algún trabajo sobre tabaquismo	63
N.º de colaboraciones entre parejas distintas de centros sanitarios	114
N.º de colaboraciones distintas entre parejas de centros sanitarios	150
N.º de colaboraciones redundantes entre parejas de centros sanitarios	36
N.º de instituciones españolas que producen algún trabajo sobre tabaquismo	99
N.º de centros sanitarios/trabajo de colaboración	0,56
N.º de trabajos/centro asistencial	1,77
N.º de colaboraciones/centro asistencial	4,28

TABLA II
Densidad de la red de colaboración científica sobre tabaquismo entre centros sanitarios españoles en el Science Citation Index, 1999-2003

Densidad media	0,0958
Desviación estándar	0,2943
Variancia	0,087
N.º de colaboraciones distintas presentes	114
N.º de colaboraciones distintas posibles	1.190
Distancia media entre pares accesibles	1,61

Siete de las 17 comunidades autónomas (fig. 2) conforman un subconjunto de la red totalmente conectado, mientras que las 10 restantes están completamente desconectadas, es decir, no han producido ningún trabajo en colaboración sobre tabaquismo con instituciones de otra comunidad en el quinquenio estudiado. La cohesión de esta red es baja y su centralización, alta.

La densidad media de la red es de 0,0958 (tabla II). Esto significa que se producen el 9,58% de las colaboraciones distintas posibles entre los centros asistenciales

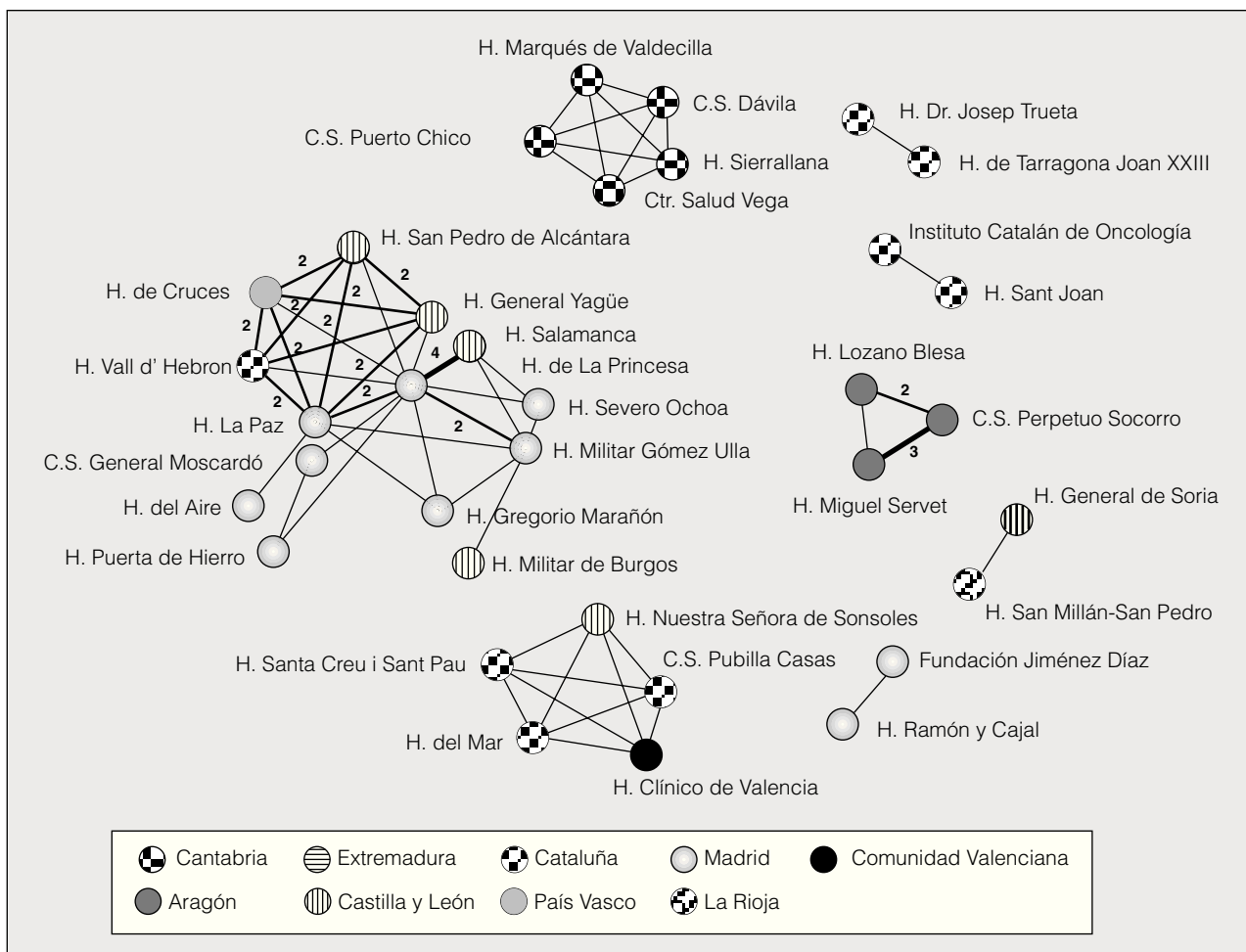


Fig. 1. Red de colaboración científica sobre tabaquismo entre centros asistenciales españoles en el Science Citation Index, 1999-2003.

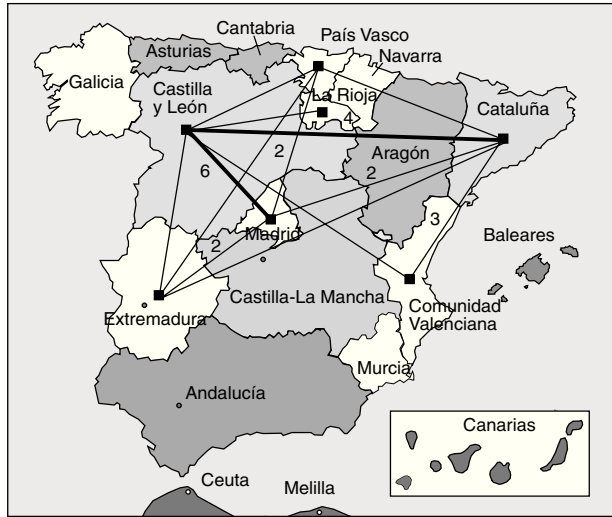


Fig. 2. Red de colaboración científica sobre tabaquismo entre comunidades autónomas en el Science Citation Index, 1999-2003.

de la red. La desviación estándar mide la variación observada en el número de colaboraciones entre instituciones. En este caso, la variabilidad media es de 0,29, mucho mayor que la media, lo que indica que hay una gran variación en el número de colaboraciones entre las instituciones de la red.

La distancia media de los geodésicos (camino más corto) entre pares de hospitales accesibles en esta red de colaboración es de 1,61, una distancia bastante corta, que se aproxima a la adyacencia o colaboración directa.

Las medidas de centralidad más importantes (rango, proximidad, índice de intermediación y centralidad global) se presentan en la tabla III. Revelan que el hospital más conectado y el de mayor centralidad es el Hospital de La Princesa.

La Princesa, La Paz y el Gómez Ulla son los hospitales con un mayor grado de intermediación. En el mapa bibliométrico puede visualizarse, además, su importancia como mediadores o *brokers* entre Madrid y otras comunidades autónomas.

TABLA III
Medidas de centralidad de la red de colaboración científica sobre tabaquismo entre centros sanitarios españoles en el Science Citation Index, 1999-2003

	Rango (<i>degree</i>)	Proximidad* (<i>closeness</i>)	Intermediación (<i>betweenness</i>)
CS Dávila	4	—	0
CS General Moscardó	2	50,00	0
CS Perpetuo Socorro	5	—	0
CS Pubilla Casas	4	—	0
CS Puerto Chico	4	—	0
CS Vega	4	—	0
Fundación Jiménez Díaz	1	—	0
H. Clínico de Valencia	4	—	0
H. de Cruces	9	59,09	0
H. del Aire	1	43,33	0
H. del Mar	4	—	0
H. Dr. Josep Trueta	1	—	0
H. General de Soria	1	—	0
H. General Yagüe	9	59,09	0
H. Gregorio Marañón	3	56,52	0
H. La Paz	13	72,22	18
H. Lozano Blesa	3	—	0
H. Marqués de Valdecilla	4	—	0
H. Miguel Servet	4	—	0
H. Militar de Burgos	1	40,62	0
H. Militar Gómez Ulla	7	65,00	15
H. Nuestra Señora de Sonsoles	4	—	0
H. de La Princesa	16	86,66	39
H. Puerta de Hierro	2	50,00	0
H. Ramón y Cajal	1	—	0
H. de Salamanca	6	54,16	0
H. San Millán-San Pedro	1	—	0
H. San Pedro de Alcántara	9	59,09	0
H. de la Santa Creu i de Sant Pau	4	—	0
H. Severo Ochoa	3	54,16	0
H. Sierrallana	4	—	0
H. Sant Joan	1	—	0
H. de Tarragona Joan XXIII	1	—	0
H. Vall d'Hebron	9	59,09	0
Instituto Catalán de Oncología	1	—	0
Media	3,25	57,79	2,06
Desviación estándar	2,18	11,19	7,41
Variación	4,76	125,26	54,91
Máximo	11	86,66	39,00
Mínimo	1	40,62	0

*Calculado solamente para el componente de mayor tamaño.

VILLANUEVA SERRANO S ET AL. ANÁLISIS DE LA RED DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA SOBRE TABAQUISMO ENTRE CENTROS SANITARIOS ESPAÑOLES A TRAVÉS DEL SCIENCE CITATION INDEX (1999-2003)

Núcleo		Periferia							Matrices de densidad (valores binarizados)																												
									Centro		Periferia																										
									0,810		0,056																										
Periferia									0,056		0,077																										
		H. Cruces	H. La Princesa	H. San Pedro Alcántara	H. La Paz	H. Vall Hebron	H. Gen. Yagüe	F. Jiménez Díaz	C.S. Pubillas Casas	C.S. Puerto Chico	C.S. Gen. Moscardó	C.S. Perpetuo Socorro	H. Dr. Josep Trueta	H. Gen. Soria	H. del Aire	H. Gregorio Marañón	H. Clín. Valencia	C.S. Dávila	Hosp. Marqués Valdecilla	H. Miguel Servet	H.M. Burgos	H.M. Gómez Ulla	H. Ntra. Sra. Sonsoles	C.S. Vega	H. Puerta de Hierro	H. Ramón y Cajal	H. Salamanca	H. San Millán San Pedro	H. del Mar	H. Santa Creu i Sant Pau	H. Severo Ochoa	H. Sierrallana	H. St. Joan	H. Tarragona Joan XXIII	H. Lozano Blesa	Inst. Catalán Oncología	
H. Cruces		1	1	2	2	2	2																														
H. La Princesa		1	1	2	1	1					1											2			1					1							
H. San Pedro Alcántara		2	2	2	2	2																															
H. La Paz		2	2	2	2	2									1	1																					
H. Vall d' Hebron		2	1	2	2	2															1																
H. Gen. Yagüe		2	1	2	2	2																															
F. Jiménez Díaz																																					
C.S. Pubillas Casas																																					
C.S. Puerto Chico																																					
C.S. Gen. Moscardó																																					
C.S. Perpetuo Socorro																																					
H. Dr. Josep Trueta																																					
H. General Soria																																					
H. del Aire																																					
H. Gregorio Marañón																																					
H. Clín. Valencia																																					
C.S. Dávila																																					
Hosp. Marqués Valdecilla																																					
H. Miguel Servet																																					
H.M. Burgos																																					
H.M. Gómez Ulla																																					
H. Ntra. Sra. Sonsoles																																					
C.S. Vega																																					
H. Puerta de Hierro																																					
H. Ramón y Cajal																																					
H. Salamanca																																					
H. San Millán San Pedro																																					
H. del Mar																																					
H. Santa Creu i Sant Pau																																					
H. Severo Ochoa																																					
H. Sierrallana																																					
H. St. Joan																																					
H. Tarragona Joan XXIII																																					
H. Lozano Blesa																																					
Inst. Catalán Oncología																																					

Fig. 3. Matriz de asignación centro-periferia de la red de colaboración científica sobre tabaquismo entre centros asistenciales en el Science Citation Index, 1999-2003.

Se han elaborado modelos de asignación centro-periferia para las redes de colaboración científica entre centros asistenciales (fig. 3) y entre comunidades autónomas (fig. 4). El centro o *core* de la red de colaboración entre centros asistenciales está compuesto por 7 hospitales sumamente cohesionados: Cruces, de La Princesa, San Pedro de Alcántara, Gomez Ulla, Vall d'Hebron, General Yagüe y La Paz. La densidad 0,81 de la submatriz que incluye a los hospitales del *core* quiere decir que dichos hospitales mantienen entre sí el 81% de todas las colaboraciones posibles entre parejas de instituciones. Los hospitales asignados a la periferia de la red se encuentran poco cohesionados entre sí (densidad: 0,077) y con el *core* (densidad: 0,056). En el centro de la red de colaboración entre comunidades autónomas se incluyen Castilla y León, Madrid y Cataluña.

Las matrices de asignación núcleo-periferia muestran también los centros asistenciales y comunidades autónomas que forman parte de la periferia de la red y sus relaciones de colaboración con quienes constituyen el centro y la periferia.

Discusión

El mapa bibliométrico de la red de colaboración científica entre centros sanitarios españoles muestra una

fragmentación en 8 subgrupos en el período estudiado a través de SCI. Desde la perspectiva del análisis de redes, esto debe interpretarse como que hay una baja accesibilidad entre hospitales, que dificulta la ayuda y el intercambio de información, y favorece la estratificación. Los mapas bibliográficos de las redes de colaboración entre centros asistenciales y entre comunidades proporcionan una referencia visual de los actores intermediarios que pueden ayudar a los investigadores a crear nuevas colaboraciones.

Puede inducirse que la colaboración es más frecuente e intensa entre hospitales de la misma comunidad autónoma (representados en el mapa con el mismo trazo de relleno). No todas las comunidades autónomas están presentes, porque no todas tienen centros sanitarios que hayan producido trabajos en colaboración interinstitucional con otros centros sanitarios españoles en tabaquismo, en artículos registrados en el SCI en el período estudiado. Algunos hospitales sirven de conexión o intermediación entre comunidades autónomas. Los Hospitales La Paz y de La Princesa conectan a los hospitales de Madrid con otras comunidades (*brokers*). Los centros sanitarios de Cantabria y Aragón sólo han cooperado con otros centros sanitarios de su propia comunidad. Los hospitales de Cataluña están poco conecta-

	Núcleo		Periferia																		
	Cataluña	Madrid	Castilla y León	Asturias	Andalucía	Aragón	Castilla-La Mancha	Baleares	Canarias	Ceuta	Comunidad Valenciana	Extremadura	Galicia	La Rioja	Cantabria	Melilla	Murcia	Navarra	Pais Vasco		
Cataluña	2	4								3	1									1	
Madrid	2	6									2									2	
Castilla y León	4	6								1	1									1	
Asturias																					
Andalucía																					
Aragón																					
Castilla-La Mancha																					
Baleares																					
Canarias																					
Ceuta																					
Comunidad Valenciana	3	1																			
Extremadura	1	2	1																		1
Galicia																					
La Rioja			1																		
Cantabria																					
Melilla																					
Murcia																					
Navarra																					
Pais Vasco	1	2	1								1										

Fig. 4. Matriz de asignación centro-periferia de la red de colaboración científica sobre tabaquismo entre comunidades autónomas en el Science Citation Index, 1999-2003.

dos entre sí, pero están presentes en 4 componentes, mientras que los de Madrid sólo están presentes en 2 componentes.

Un resultado llamativo del análisis de intermediación es la aparición de 3 instituciones claramente destacadas: los Hospitales de La Princesa, La Paz y Gómez Ulla. Los centros sanitarios con mayor grado de intermediación obtienen puntuaciones mucho más altas que los demás. Este fenómeno ya ha sido observado en otras redes sociales. La eventual colaboración con estos hospitales creará caminos cortos a una gran parte de la red de colaboración que incluirán a estos hospitales influyentes. A este efecto se le ha denominado *funneling* (canalización o embudo)¹⁸. El subgrupo mayor de nuestra red muestra una fuerte “canalización”. La mayor parte de los centros sanitarios de este grupo establecen sus relaciones con otros centros a través de estos 3 hospitales muy influyentes. El hecho de que la colaboración con unas pocas instituciones genere la mayor parte de “caminos más cortos” con el resto de la red también se ha observado en otros contextos (*sociometric star*)¹⁹.

El grado de cercanía indica la distancia media de una institución con respecto a las demás que componen la red. Cuantifica su capacidad para acceder a las demás y recibir y enviar información. Puesto que no todos los centros sanitarios están conectados, no puede calcularse la cercanía entre todos ellos (la distancia entre 2 hospitales totalmente desconectados es infinita), aunque sí puede hacerse por componentes.

Castilla y León es la comunidad autónoma más central, mejor conectada y con mayor capacidad de intermediación de toda la red. La colaboración más intensa sobre tabaquismo en el período estudiado tiene lugar entre hospitales de las comunidades autónomas de Cas-

tilla y León, Madrid y Cataluña. En estas 2 últimas, el lugar preeminente que ocupan en la red guarda un notable paralelismo con su posición como máximos productores españoles de artículos científicos en el área de biomedicina y ciencias de la salud²⁰. Castilla y León, sin embargo, ocupa una posición en la red nacional sanitaria de colaboración sobre tabaquismo llamativamente más destacada que la que cabría esperar a la vista de su producción científica global en ciencias de la salud.

El modelo de asignación núcleo/periferia identifica a los centros asistenciales que constituyen el centro (*core*) o grupo más central y mejor conectado, y a los que forman la periferia. El *core* o núcleo de la red incluye a los actores más importantes y mejor conectados. La pertenencia al *core* es otro rasgo (junto a otros ya analizados) que identifica a los actores clave de una red (*stake holder* o buque insignia, *key opinion leader* y *key decision maker*, *key connections*, actores que consumen más recursos, etc.). Es otro indicador de prestigio, capacidad de influencia y accesibilidad a la información.

La matriz pone en evidencia una fuerte centralización: sólo 3 de las 17 comunidades mantienen entre sí casi la mitad de las colaboraciones de toda la red.

Para terminar, el análisis de redes sociales aporta herramientas metodológicas adecuadas para la visualización y el estudio de las redes de colaboración científica que se generan por la coautoría de personas e instituciones en trabajos científicos relacionados con el tabaquismo y con otras áreas de la medicina. Las estructuras de copublicación pueden cartografiarse y medirse, para así identificar la posición relativa de los centros investigadores con respecto a los demás. La perspectiva del análisis de redes sociales permite identificar a los

actores clave, a los más influyentes, más centrales, más prestigiosos, más relevantes y mejor conectados, y a aquellos que disfrutaban de una mayor accesibilidad a la información. También identifica a los subgrupos más cohesionados y aporta información significativa sobre la estructura de la red, que puede utilizarse con diversas finalidades (diseño de estrategias de colaboración científica, asignación y optimización de recursos, planificación comercial, etc.).

El Hospital de La Princesa obtiene las puntuaciones más altas en todas las medidas de centralidad (grado, proximidad e intermediación). Las comunidades autónomas de Castilla y León, Madrid y Cataluña forman el núcleo de la red de colaboración científica sobre tabaquismo, y configuran un subgrupo bien conectado y fuertemente cohesionado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Díez-Gañán L, Banegas JR. Morbilidad y mortalidad derivadas del consumo de tabaco. Especial referencia a España. *Prev Tab*. 2005;7:17-30.
2. Ministerio de Sanidad y Consumo. Encuesta Nacional de Salud de España 2003. Disponible en: <http://www.msc.es>
3. Ministerial Declaration on International Science and Technology Co-operation for Sustainable Development (23-24 October 2003). Reunión de Ministros de Ciencia y Tecnología. OCDE: DSTP/STP; 2003. p. 34.
4. Frame JD, Carpenter, MP. International research collaboration. *Social Studies of Science*. 1979 9:481-97.
5. Katz, JS, Martin BR. What is research collaboration? *Research Policy*. 1997;26:1-18.
6. Crane D. Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago: Chicago University Press; 1972.
7. De Solla Price DJ. Networks of scientific papers. *Science*. 1965; 149:510-5.
8. Newman MEJ. Scientific collaboration networks. I Network construction and fundamental results. *Physical Review*. 2001. Disponible en: <http://www.personal-umich.edu/~mej/papers/016131.pdf>
9. Kretschmer H. Coauthorship networks of invisible college and institutionalized communities. *Scientometrics*. 1994;30:363-9.
10. Melin G, Persson O. Studying research collaboration using coauthorships. *Scientometrics*. 1996;36:363-77.
11. Sanz L. Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 2003; 7:21-9.
12. Molina L, Muñoz JL. Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de coautorías. Disponible en: <http://www.revista-redes.rediris.es>
13. González Alcaide G, Valderrama JC, Alexandre R, Alonso A, De Grandá JI, Villanueva S. Redes de coautoría y colaboración de las instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina 1999-2004. *Trastornos Adictivos*. 2006;8:78-114.
14. Grandá JI, García F, Roig F, Escobar J, Gutiérrez T, Callol L. Las palabras clave como herramientas imprescindibles en las búsquedas bibliográficas. Análisis de las áreas del sistema respiratorio a través de Archivos de Bronconeumología. *Arch Bronconeumol*. 2005;41:78-83.
15. De Solla Price DJ. The analysis of square matrices of scientometric transaction. *Scientometrics*. 1981;3:55-63.
16. Glänzel W. Bibliometrics as a research field. A course on theory and application of bibliometric indicators. Disponible en: http://www.morslis.net/2004/Bib_Module_KUL.pdf
17. Borgatti SP, Everett MG, Freeman LC. *Ucinet 6 for Windows*. Harvard: Analytic Technologies; 2002.
18. Newman ME. Scientific collaboration networks II. Shortest paths, weighted networks and centrality. *Physical Review*. 2001. Disponible en: <http://www.santale.edu/~mark/papers/016132.pdf>
19. Scott J. *Social network analysis. A handbook*. London: Sage Publications; 2001.
20. Camí J, Suñén-Piñol E, Méndez-Vázquez R. Mapa bibliométrico de España 1994-2002: biomedicina y ciencias de la salud. *Med Clin (Barc)*. 2005;124:93-101.