

## ***Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de coautorías***

José Luis Molina – Departament d'Antropologia social  
Juan Manuel Muñoz y Miquel Domenech - Departament de  
Psicologia de la Salut i Psicologia Social. Universitat Autònoma de Barcelona.

### **Introducción**

¿Cómo aprenden los científicos? ¿Cómo colaboran? ¿Es posible establecer la estructura de influencias? Éstas son las preguntas que han animado esta investigación. Para ello hemos desarrollado un procedimiento que permite, a partir de las publicaciones de un científico, identificar en olas sucesivas los autores relacionados. El análisis de esta red de coautorías ha permitido establecer indicadores significativos de la estructura de influencias, al menos tal como es percibida por los propios científicos estudiados. En general, las medidas de centralidad se han mostrado como significativas (especialmente la *closeness*), si bien tienden a exagerar la posición del científico estudiado como consecuencia del método elegido (red centrada en ego). Por último, Las medidas de cohesión tienden a establecer agrupaciones significativas mientras que las medidas basadas en la equivalencia, establecen agrupaciones que no son identificadas como significativas por los científicos estudiados.

En el análisis de la redes de científicos solamente recientemente se han adoptado enfoques basados en las coautorías (ver por ejemplo Barabási, 2001) siendo habitual el estudio de las mismas utilizando las *citas* de publicaciones como índice principal a partir del cual establecer la estructura de relaciones. No obstante, como ya señalaba Diana Crane en 1972, este índice debería combinarse con otros, como por ejemplo, la dirección de tesis doctorales, la participación en congresos, la comunicación informal, etc.

A substantial proportion of connectivity appeared only when all the ties between individuals were considered simultaneously (i.e., when the ties between individuals could be any of the several that were studied). This suggest that social organization in a research area is revealed only when a variety of different types of relationships between members of a research area are examined. (Crane, 1972, 43)

Probablemente, uno de los factores que favorecen el análisis de redes científicas a partir del recuento de citas, reside en la relativa facilidad del acceso a datos que permiten los diferentes "Citation Index" en sus versiones informatizadas, mientras que la elaboración de otros índices requiere una gran cantidad de tiempo y esfuerzo.

En nuestro caso, hemos desarrollado un procedimiento que permite identificar fácilmente la estructura de coautorías en base a las publicaciones conjuntas de los autores. Este procedimiento se ha aplicado a un matemático, un médico oncólogo y un biólogo molecular. En los tres casos se han analizado sus respectivas estructuras de coautorías y se han contrastado los resultados con cada uno de ellos.

En los siguientes apartados expondremos el marco teórico de nuestra aproximación, los casos estudiados y el procedimiento diseñado, para pasar, finalmente, a discutir los resultados.

## Marco Teórico

### Colegios invisibles

Esta investigación se inscribe en una tradición de estudios iniciada por D. J. Solla Price (*Little Science, Big Science*, 1963, -citado en Callon (1995)), según la cual la investigación científica parece seguir una curva en forma de S (curva logística) en la que es posible identificar una etapa inicial de aparición del paradigma, una segunda etapa de multiplicación de las contribuciones y, asociada a la aparición de **“Colegios Invisibles”** o círculos de investigadores influenciados por unos pocos investigadores de alta productividad, una tercera fase de madurez y una última de estancamiento.

Estos trabajos se basan principalmente en el recuento de citas, aunque también incluyen, como es el caso del trabajo de Crane, otros tipos de relaciones (dirección de tesis doctorales, comunicación informal e influencia en la selección de problemas).

Crane asimila “Colegio Invisible” a *círculo social*, en el sentido que los integrantes de un círculo social solamente conocen a una parte del total pero están influidos por personas con las que no están conectadas directamente. Por “conectividad” entiende la existencia de un camino que una a dos científicos en una dirección determinada, independientemente de su longitud. Por tanto, el énfasis de esta aproximación se centra en el establecimiento de la red total en la cual se hayan insertos los autores, sean conscientes o no, y en el cálculo de la conectividad existente. Ésta determinará la existencia de “Colegios Invisibles”.

En nuestro caso, esta medida de “conectividad” no es aplicable, dado que el método de establecimiento de la red (olas a partir de un científico inicial) lleva a establecer un solo componente, es decir, que todos los autores que aparecen en la red se hayan conectados de una forma u otra con el resto.

Otra tradición de estudios que debe ser tomada en cuenta en esta línea es la difusión de innovaciones y los fenómenos de contagio. Coleman, Katz y Menzel (1966) en su pionero trabajo sobre los factores de adopción de nuevos medicamentos por parte de médicos, Mullins (1968) en su estudio de una comunidad de biólogos y, más

recientemente, los trabajos de Valente (1995) sobre el comportamiento de los procesos de difusión, son contribuciones representativas de este campo de investigación. De hecho, Crane asimila la segunda fase de la curva logística con un fenómeno de contagio, en el cual el número de relaciones de la primera ola de adoptantes de una innovación es crítico para el resultado posterior.

Esta orientación es especialmente interesante por la posibilidad de analizar redes de autores en el tiempo (a partir de los años de publicación). Sin embargo, esta orientación tendría que combinar la red de autores con las temáticas de estudio para recoger procesos de contagio e influencia. No obstante, consideramos esta línea de enorme interés para el futuro.

### **El concepto de Capital social<sup>1</sup>**

El segundo marco teórico que hemos tenido en cuenta es el del capital social. Sin entrar a discutir la autoría del concepto<sup>2</sup>, la distinción de Pierre Bourdieu (1977) entre capital económico, simbólico, cultural y social ha tenido una gran influencia, seguramente debido a sus posibilidades de aplicación (oportunidades laborales, desarrollo de la carrera directiva, la gestión de los contactos como herramienta de gestión ...) (Lin y Cook, 1998). Cabe señalar tres fuentes diferentes en la constitución del capital social como campo específico de investigación.

En primer lugar hay que tener en cuenta toda la literatura derivada de la teoría del capital humano de Gary Becker (1981), en la cual se aplican criterios utilitaristas a la explicación de conductas supuestamente altruistas e instituciones sociales tales como la familia y el matrimonio, conductas e instituciones hasta entonces consideradas "extraeconómicas".

La segunda fuente hay que buscarla en el amplio eco despertado por la teoría de los lazos débiles y su aplicación a la obtención de oportunidades ocupacionales realizada por Granovetter en 1973<sup>3</sup>. La idea básica es que las personas tienen a su alrededor

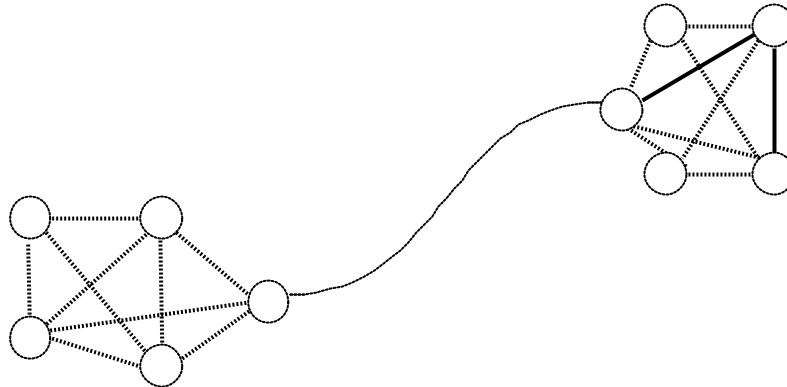
---

<sup>1</sup> Adaptación del apartado homónimo presente en Molina (2000).

<sup>2</sup> Ver la prolija discusión en SOcNET sobre este tema en <http://seneca.uab.es/antropologia/redes/redes.htm> [Consulta: 20-09-2000].

<sup>3</sup> A partir de aquí se han sucedido una gran cantidad de investigaciones en el tema. Cf.: Brajkovich, L.F., "Sources of social structure in a start-up organization: work networks, work activities, and job status" en *Social Networks*, vol. 16, No. 3, July 1994; Delany, John: "Social networks and efficient resource allocation: computer models of job vacancy allocation through contacts" en Wellman & Berkowitz(eds.): *Social Structures: A Network Approach*. Cambridge University Press, Cambridge, 1988, pp. 40-451; Granovetter, M., *Getting a Job: A Study of Contacts and Careers*. Harvard University Press. Cambridge, 1974 ; Montgomery, James D.,

un núcleo fuerte de lazos que le proporcionan la información, los recursos y el soporte emocional que necesitan. Este núcleo fuerte está constituido por un número reducido de personas con las que se mantiene un contacto frecuente. Al lado de este núcleo existen una miríada de contactos con los cuales la relación es más débil y especializada. Son los "conocidos", personas que no forman parte del núcleo fuerte pero sí de la red personal.



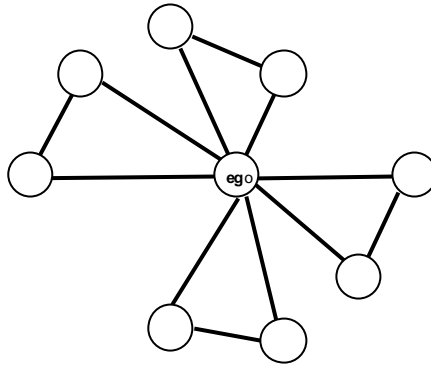
### Ilustración 1. La teoría de los lazos fuertes y débiles de Granovetter

La hipótesis de los lazos débiles ha tenido una profunda influencia en el análisis de redes sociales. Sin embargo, la investigación posterior ha relativizado la hipótesis de Granovetter: solamente un porcentaje de los lazos débiles son susceptibles de representar ventajas ocupacionales y este hecho se produce preferentemente en clases de estatus elevado más que en clases bajas (Granovetter, 1982).

La tercera fuente de contribuciones a la temática del capital social viene dada por la aplicación del análisis de redes sociales al *networking* a partir del trabajo de Ronald Burt sobre los agujeros estructurales.

Burt abunda en la idea de capital social, como complementario del capital humano. Si el capital humano está constituido por el conjunto de habilidades y saberes adquiridos por la educación, experiencia y la formación continua, el capital social está constituido por las personas que nos conocen, que saben cómo somos y de lo que somos capaces. Dado que la vida es tiempo y las relaciones personales son porciones de vida compartidas en tiempo real con otras personas, el número de relaciones que se pueden crear y mantener a lo largo de una vida es limitado. Qué menos que intentar rentabilizar algo tan valioso.

La contribución específica de Burt es la idea que las redes personales se pueden gestionar, manipular, de forma que nuestra posición conecte grupos desconectados, lo cual nos confiere más poder e influencia, es decir, maximizar nuestra *betweenness*, nuestra capacidad de ser puentes en la red, de conectar grupos solamente a través de nosotros. La situación ideal sería la mostrada en la ilustración 2.



**Ilustración 2. La teoría de los agujeros estructurales de Burt<sup>4</sup>**

Desde este punto de vista, las redes de científicos podrían ser vistas como redes de individuos interesados en maximizar su agujeros estructurales, es decir, su capacidad de conectar o acceder a nodos no redundantes. Steve Borgatti (1997) ha propuesto una sencilla medida para calcular la redundancia de una red:  $2t/n$ , donde  $t$  es el número de lazos (excluidos los de ego) y  $n$  el número de nodos). Cuanto menor sea la redundancia mayor será el capital social, entendido como una maximización de los agujeros estructurales. En nuestro trabajo, al tratarse de una red centrada en ego, las medidas de redundancia no son aplicables, pues, como hemos dicho, este método exagera la centralidad de la posición del nodo inicial de la primera ola. Sin embargo, como veremos, la medida de *closeness*, se ha revelado como la más fiable en el método seguido.

## Método

### Tres casos

En este estudio hemos establecido las redes de influencia de tres científicos: un matemático, un médico oncólogo y un biólogo molecular. Los tres casos se exponen a continuación.

---

<sup>4</sup> Ilustración basada en la ofrecida por Borgatti (1997).

Científicos	N publicaciones iniciales	N Olas	N autores	Base de datos
Matemático	8	3	909	MathsCinet
Médico	7	2	2.214	PUBMED
Biólogo	60	2	1.975	ICYT

El primer caso estudiado, se trata de un **matemático** de la Universitat Politècnica de Catalunya, especializado en ecuaciones diferenciales. Este matemático nos describió su campo de especialización como formado por diferentes escuelas más o menos informales y a él mismo como perteneciente a una de ellas. El mecanismo de colaboración es el *seminario*, un encuentro semanal o quincenal de los miembros del Departamento al que se suele invitar a otros matemáticos de forma selectiva. Las colaboraciones y los temas de investigación suelen gestarse durante largos períodos de tiempo, y las relaciones establecidas por los directores de tesis y sus doctorandos se revelan como decisivas, de forma que es posible establecer verdaderos *linajes* en función de estas relaciones. El papel de los Congresos Internacionales es limitado y sirve básicamente como una fuente de contactos preliminar. Pero es a través de las estancias en los respectivos seminarios en los que se establecen posibles colaboraciones intelectuales que suelen dar lugar a un *paper*. Hemos partido de ocho de sus publicaciones realizadas con otros autores. La comunidad de matemáticos presenta una clara diferencia respecto a otras, como por ejemplo la de los biólogos, en cuanto al número de personas que firman cada artículo. Aunque la productividad en cuanto a número de artículos publicados anualmente experimenta un incremento constante al igual que en otras disciplinas, se mantiene una pauta constante en cuanto al número de autores por artículo, puesto que en raras ocasiones un artículo es firmado por más de tres autores (Lieberman y Wolf, 1997, 1998).

En el segundo caso, un **cirujano** oncólogo de las extremidades del Hospital de Sant Pau i de la Santa Creu de Barcelona, se trata de un profesional de la medicina, cuyo Departamento se ha constituido como centro de referencia de este tipo de enfermedades. La actividad principal es, pues, clínica más que académica, aunque ésta última se realiza de forma continuada. El mecanismo de colaboración con otros expertos es el *clínico*, o una sesión programada al final de un curso anual a la cual se invitan expertos y a los que se les plantean diferentes casos clínicos para su diagnóstico y solución. Al igual que en el caso de los doctorando, los internos tienen una relación muy estrecha con los titulares, adoptando sus orientaciones y

adquiriendo sus contactos. Hemos partido de siete de sus copublicaciones en revistas científicas.

El tercer caso lo constituye un **biólogo molecular** del CSIC. Se trata de un científico formado en España, Estados Unidos y Alemania en los principales centros de investigación de su especialidad. En la actualidad dirige un grupo permanente de quince investigadores. Aparte de las estancias de colaboradores con otros centros, el *workshop* es el mecanismo preferido para la colaboración. Los artículos se firman por bs diferentes equipos que participan en un proyecto, por lo que suelen ser de bastantes autores. Por la misma razón, es posible que no se conozcan personalmente autores que firman una misma publicación. Posiblemente, el hecho de precisar de grandes instalaciones y equipos para realizar las investigaciones explique el número de coautores.

### **Red de coautorías**

Para el estudio de la red de coautorías –o colaboraciones-- existen diferentes alternativas. La primera de ellas es el establecimiento de un listado de autores en un campo determinado de investigación, por ejemplo (el caso de Crane, 1972) los matemáticos que han publicado sobre conjuntos finitos o los sociólogos especializados en la difusión de las innovaciones en el medio rural. Una vez establecido ese listado (102 matemáticos y 221 sociólogos respectivamente) es posible construir una matriz cuadrada con las citas o las coautorías. En nuestro caso, al no partir de un área concreta de investigación sino de científicos concretos, esta estrategia no ha sido posible.

Una segunda opción consiste en intentar establecer la red total realizando una bola de nieve a partir de una lista de autores. La mecánica es la siguiente:

1. Se constituyen a partir de una o más fuentes una lista inicial de autores, llamada *ola cero*, que pertenezcan al colectivo en consideración. Esta es la ola cero
2. Con los autores correspondiente al conjunto de publicaciones de los autores de la ola cero se constituye una segunda lista, llamada *primera ola*.
3. A partir de aquí se puede repetir el método hasta que llegue un momento en el cual se sature la lista, es decir, que no aparezcan autores nuevos. Si la ola cero es suficientemente amplia y diversa y no se ha perdido información de forma sistemática, habremos llegado a identificar el colectivo bajo investigación.

Una vez obtenida esa lista de personas es posible estudiar su tamaño y estructura.

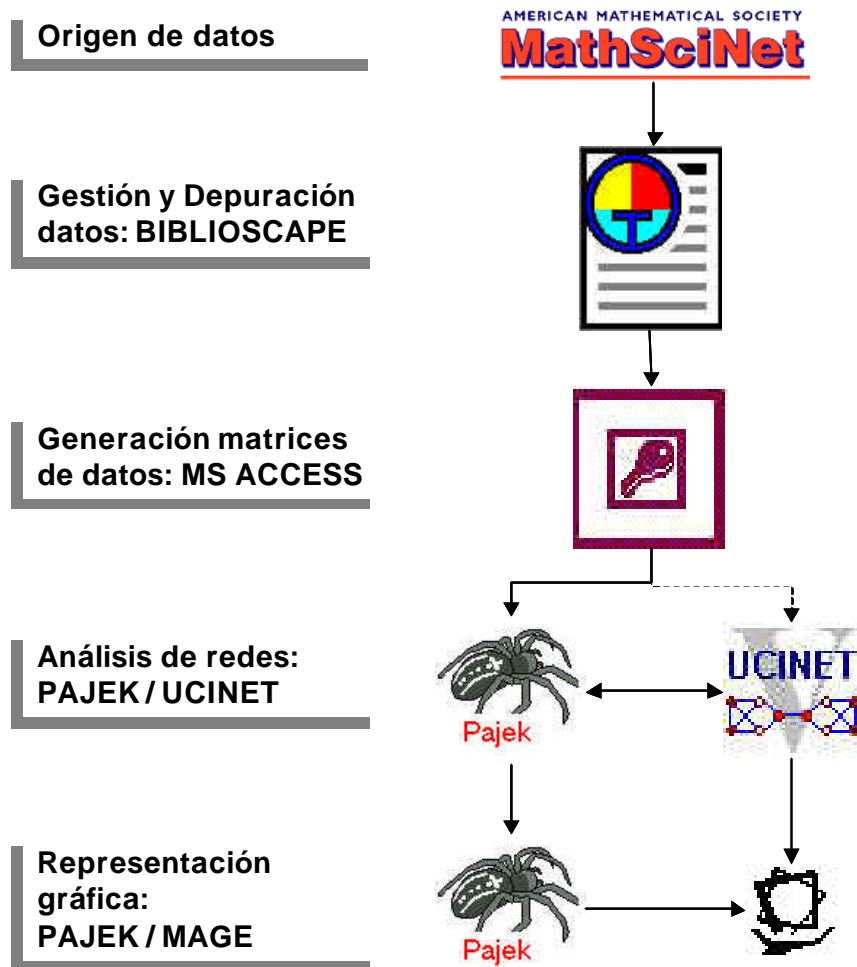
Una tercera opción —la adoptada en este estudio— consiste en el establecimiento de la **red egocéntrica** de cada uno de los científicos en cuestión, de forma que la ola cero solamente esté constituida por un autor. Esta red, establecida a partir de varias oleadas de las coautorías de esos autores, permite aproximarse a la red de influencia de cada autor y estudiar si la estructura resultante tiene puntos de correspondencia con la realidad.

El hecho de seleccionar como criterio de relación únicamente las coautorías de *artículos* en lugar de libros, obedece a que son éstos los que habitualmente son utilizados en las investigaciones de *cienciometría* y al hecho de que en el caso del campo de las matemáticas, la medicina y la biología el número de referencias a artículos de revista sobrepasa con creces el de referencias a otros tipos de publicaciones (más de un 80%). Este porcentaje es sensiblemente superior al de otras como la sociología, en el que el número de referencias a artículos es entre 37% y 42% (Heinzkill, 1980, p. 357 —citado por Clemens y otros, 1995, p.440).

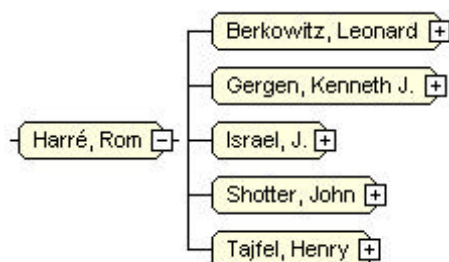
### **Procedimiento**

El proceso que hemos utilizado, y que creemos que supone la posibilidad real de realización de este tipo de análisis de copublicaciones, es el que hemos esquematizado en la figura siguiente.





1. Como hemos comentado, la fuente de datos es la base de referencias bibliográficas, sobre la cual se han realizado las búsquedas de los artículos de los diferentes autores. El resultado de cada una de las búsquedas es un fichero de texto con las referencias del autor correspondiente.



2. El tratamiento de esta información pasa por la posibilidad de que ésta sea gestionada por un programa específico de gestión de referencias bibliográficas. En nuestro caso, hemos optado por utilizar, entre otros

posibles, el gestor de referencias bibliográficas Biblioscape<sup>5</sup>. Al igual que otros programas del estilo, Biblioscape permite la importación automática de registros bibliográficos de bases de datos. Frente a otros programas, Biblioscape presenta la ventaja de que una de sus utilidades construye un árbol de coautorías, que aunque (actualmente) no es posible utilizar directamente como fichero de salida para los análisis estadísticos, permite, en el proceso de obtención de información, hacer un fácil seguimiento de los autores sobre los que debe realizarse la obtención de información.

3. Una vez que disponemos de toda la información necesaria, y hemos depurado los datos (búsqueda y eliminación automática de referencias duplicadas y homogeneización de los nombres de autores), tenemos que convertir esta información a un formato legible por los programas de análisis estadístico de redes. Como hemos comentado, Biblioscape no permite actualmente generar automáticamente un fichero de salida con el formato adecuado, pero presenta la ventaja de que almacena los datos en tablas *Paradox* que pueden ser procesadas por otros programas. En nuestro caso, hemos utilizado el programa de base de datos Microsoft Access para crear los procedimientos para manipular dichas tablas y generar los ficheros de salida necesarios.
4. La conversión de los ficheros se ha realizado para que pueda ser utilizada por los programas de análisis de redes PAJEK y UCINET, y tienen un formato del

```
*Vertices 50
1 "Autor 1" [1974, 1977, 1980-1982]
2 "Autor 2" [1975, 1977, 1979-1980]
...
50 "Autor 50" [1990-1994]
.*Edges
1      2      1      [1977]
```

tipo que podemos ver en el recuadro. En este ejemplo estamos indicando que tenemos un total de 50 autores ("Vértices") a los que definimos como "Autor 1", "Autor 2", etc. Junto a los datos globales sobre las coautorías podemos incluir

información sobre el año en que se producen, para ello, incluimos en la información de los diferentes autores los años en que tienen alguna publicación (independientemente de cuántas y con quiénes); en el ejemplo, especificamos que el "Autor 1" ha publicado en los años 1974, 1977, 1980, 1981 y 1982. La siguiente información que aparece en el fichero, bajo la

---

<sup>5</sup> versión 3.7, <http://www.biblioscape.com>

etiqueta ("Edges") especifica el número de vínculos (copublicaciones) entre autores y los años en que se producen; así, por ejemplo, vemos que el "Autor 1" tiene, con el "Autor 2", una publicación en 1977 y 3 publicaciones en 1980; mientras que con el "Autor 4" tiene una publicación en 1981.

Este formato de fichero es el utilizado por el programa (gratuito) Pajek<sup>6</sup>, el cual puede, a su vez, exportar los datos para que sean legibles por Ucinet V<sup>7</sup>.

5. Aunque probablemente Ucinet V es el programa estándar para el análisis de redes, la utilización de Pajek como 'punto de partida' para el análisis radica en que presenta ciertas ventajas respecto a Ucinet, como por ejemplo la posibilidad de generar, a partir de la matriz de datos original, nuevas matrices basándose en los datos temporales que hemos visto en el ejemplo anterior. Esto permitiría, por ejemplo, analizar de forma específica diferentes momentos temporales de la red o incluso analizar la evolución temporal de la misma.

Otra ventaja tiene que ver con las posibilidades que ofrece Pajek por lo que respecta a la representación gráfica de la estructura de red, elemento casi fundamental en la interpretación de este tipo de datos

"According to most reviewers, visualization plays an important part in the development of almost every field of science (...) This is certainly true of social network analysis where, from the beginning, visual images —particularly those grounded in graph theory— have been central to its success." (Freeman, 1997, 1)

Igualmente, Pajek permite nuevamente exportar los datos a diferentes programas de representación gráfica como por ejemplo MAGE, programa diseñado originalmente para representar y manipular imágenes de estructuras de proteínas complejas y que permite de la misma forma representar estructuras de redes sociales<sup>8</sup>. O también utilizar el formato de 'realidad virtual' VRML que permitirá (desde un navegador internet) visualizar una imagen tridimensional por la que podremos 'desplazarnos'.

---

<sup>6</sup> Pajek 0.57, septiembre 2000, Vladimir Batagelj and Andrej Mrvar <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>

<sup>7</sup> Aunque es posible generar directamente desde Access el formato de fichero legible por Ucinet V, el proceso es mucho más rápido utilizando este camino intermedio

<sup>8</sup> MAGE también puede leer datos UCINET previamente transformados con la utilidad *uci2mage*

## Análisis de los datos

En cada uno de los tres casos se ha realizado un análisis de la red de autorías y se han celebrado entrevistas para contrastar los resultados. El análisis de redes sociales procede a través de dos grandes grupos de estrategias para la identificación de estructuras en una red: las medidas de cohesión y las medidas de equivalencia. En el primer grupo se encuentran todas aquellas medidas que parten de los lazos que los actores tienen entre sí. El ejemplo más sencillo de ello sería un *clique* o grupo de nodos conectados entre sí. Este principio se puede relajar y admitir conexiones a todos los miembros menos un número dado, a todos los miembros a una determinada distancia, etc. El segundo grupo de medidas intenta hallar posiciones equivalentes, es decir, patrones similares de relaciones con el resto de nodos. El caso extremo lo constituirían dos actores que si intercambiasen su posición, no afectarían al resto de propiedades de la red.

En nuestro caso hemos seleccionado básicamente medidas de centralidad, teóricamente más intuitivas para los actores de la red, y dentro de ellas, aquellas que van de "abajo a arriba", es decir partiendo de los actores en lugar de la red total. No obstante, se incluyen algunas medidas basadas en la equivalencia.

### Nivel individual

Las medidas de centralidad son tres: *degree*, *closeness* y *betweenness*. El *degree*, o rango, señala en este caso el número de coautorías (los lazos directos de ego con otros nodos). *Closeness*<sup>9</sup>, o cercanía, mide la distancia de cada nodo con el resto. Esta distancia se mide sumando los geodésicos de cada nodo con el resto, es decir, sumando los caminos más cortos existentes. La cercanía tiene en cuenta, pues, no solamente los nodos con los que ego se encuentra directamente conectado, sino también la distancia con el resto de nodos. Por último la *betweenness*, o grado de intermediación, indica el número de veces que es necesario pasar por cada nodo para poder conectar otros dos. Esto se hace contando los geodésicos existentes en la red y, a continuación, contando las veces que aparece cada nodo en ellos. El grado de intermediación es una medida que enfatiza el poder de los nodos de conectar recursos de otro forma desconectados.

Una medida adicional es el *Poder de Bonacich*. Esta medida tiene en cuenta tanto la centralidad de un nodo como el grado de intermediación que este nodo tiene con los

---

<sup>9</sup> Para obtener las medidas de centralidad se ha reducido la matriz direccionada de 909x909 a una matriz de 284x284 seleccionando los matemáticos con 3 o más coautorías.

que está conectado. De esta forma se mide simultáneamente el rango y una forma de intermediación (Wasserman y Faust, 1994: 206).

Esta medida modera la influencia de Matemático en la red en relación con las medidas de centralidad analizadas en el apartado anterior.

### **Nivel grupal**

En este nivel estudiaremos las siguientes medidas: *cliqué* y *n-cliqué*. Los cliqués constituyen un subgrafo completamente conectado, es decir, un subgrafo en el cual todos los nodos están conectados entre sí. En la medida *n-cliqué* se tienen en cuenta no solamente los lazos directos sino los que conectan con otros nodos a distancia 2 (normalmente). De esta forma se tienen en cuenta los lazos indirectos ("amigo de un amigo"). Por último, los *k-plex* permiten relajar un poco más el criterio de inclusión al permitir establecer grupos en los cuales los nodos puedan estar conectados con todos menos *k*. En este caso,  $k=2$ .

### **Nivel de red**

A nivel de red se han encontrado las siguientes agrupaciones: componentes y grupos basados en CONCOR.

Los componentes son subgrafos completamente conectados, es decir, subgrafos en los que es posible encontrar un camino entre dos nodos. En este caso, al extraer la red a partir de la técnica bola de nieve es evidente que como mínimo existe un camino entre cualquiera de los nodos incluidos en la red. Sin embargo, al exigir que los componentes tengan 3 o más miembros ha sido posible identificar 3 subgrafos.

CONCOR es un procedimiento basado en la equivalencia de relaciones que actúa comparando cada vector de cada nodo, hallando la correlación entre ellos y reordenando la matriz en base a ese resultado. De esta forma, la matriz se reordena poniendo juntos a los nodos con vectores más similares.

### **Resultados**

A pesar del continuo incremento de la producción científica en base a artículos, la *colaboración personal* (estancias, seminarios o *workshops*) se constituye, en los tres casos estudiados, como el canal privilegiado de influencia y colaboración. Los artículos y las comunicaciones en los Congresos son más bien el resultado que el inicio de los procesos de colaboración.

El análisis de la estructura de coautorías se revelado en los tres casos como una *aproximación penetrante a la estructura de influencias* tal como ha sido percibida por los diferentes autores. La observación de los datos ha provocado sorpresa inicialmente, para encontrar, a continuación, sentido a las agrupaciones.

De los tres grupos de medidas, centralidad, cohesión y equivalencia, solamente las dos primeras se han revelado como significativas. El hecho de que la red estudiada esté centrada en un autor explica que las medidas de equivalencia no tenga sentido, pues la red está sesgada en relación a un solo autor. Posiblemente, otras estrategias de estableciendo de la red de autores permitan aplicar este tipo de medidas.

De las medidas de centralidad, ha sido la *closeness* la que se ha mostrado en los tres casos más significativa. En el caso del matemático, con menos publicaciones y con menos autores por publicación, las tres medidas de centralidad han sido significativas, si bien acentuando la posición del autor. Sin embargo, en los otros dos casos, con más autores y con más publicaciones por autor, solamente la *closeness* se ha mantenido como un estimador fiable de los autores influyentes o influenciados.

Por último, las medidas de cohesión tienen el inconveniente que producen una gran cantidad de grupos, por lo que es difícil establecer un criterio de selección. Sin embargo, en todos los casos los autores han podido poner etiquetas a algunos de los grupos: *Grupo de Bratislava, Seminario, Brasileños, Radiólogos, Ribonucleasas, etc.*

El establecimiento de criterios de selección de los grupos resultados de la aplicación de medidas de cohesión y el estudio de la evolución de redes de científicos en el tiempo, son, bajo nuestro punto de vista, los siguientes pasos que cabe realizar.

## Bibliografía

- BARABÁSI, A.L.; H. JEONG; Z. NÉDA; E. RAVASZ; A. DCHUBERT; T. VICSEK (2001). "Evolution of the social network of scientific collaborations". <arXiv:cond-mat/0104162 10 Apr 2001>
- BECKER, Gary (1981). *Tratado sobre la familia*. Madrid: Alianza Universidad, 1987.
- BORGATTI, Stephen P. (1997). "Structural Holes: Unpacking Burt's Redundancy Measures", *Connections* 20(1):35-38
- BORGATTI, Stephen P.; JONES, Candace (1998). "Network measures of social capital", *Connections*, 21(2): 15-36.
- BOURDIEU, Pierre (1977). *Outline of a Theory of Practice*. New York: Cambridge University Press.
- BURT, Ronald S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge: Harvard University Press.
- CALLON, Michel, COURTIAL, Jean-Pierre y PENAN, Hervé (1993). *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Trea, 1995.
- CLEMENS, Elisabeth H.; POWELL, Walter W.; Mcilwaine, Kris y OKAMOTO, Diana (1995). "Careers in print: Books, journals and scholarly reputations". *American Journal of Sociology*. 101(2), 433:494.
- COLEMAN, J.S., KATZ, E. y MENZEL, H (1966). *Medical Innovation; a Diffusion Study*. Indianapolis: Bobs-Merrill.

- CRANE, Diana (1972). *Invisible Colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: The Chicago University Press.
- FREEMAN, Linton C. (1997). *Visualizing social networks*.  
<<http://carnap.ss.uci.edu/vis.html>> [Consulta 6-11-97]
- (1998). Using molecular modeling software in social network analysis: A practicum. <<http://eclectic.ss.uci.edu/~lin/chem.html>> [Consulta: 7-1-98]
- GRANOVETTER, Mark (1973). "The Strength of Weak Ties" *American Journal of Sociology* 78 (6), pp. 1360-1380
- GRANOVETTER, Mark (1982). "The Strength of Weak Ties. A network Theory Revisited" en Marsden, Peter V. y Nan, Lin (eds.). *Social Structure and Network Analysis*. London: Sage, Págs. 105-130.
- LIBERMAN, Sofia; WOLF, Kurt B. (1997). "The flow of knowledge: Scientific contacts in formal meetings", *Social Networks*, 19 (271-283).
- (1998). "Bonding number in scientific disciplines", *Social Networks*, 20, 239:246.
- LIN, Nan; y COOK, Karen (1998). *Social Networks And Social Capital - An International Conference - October 30, 1998*. Duke University.  
<<http://www.soc.duke.edu/~xioye/conference.html>> [Consulta: 20-09-2000]
- MOLINA, José Luis (2000). *El análisis de redes sociales. Aplicación al estudio de la cultura en las organizaciones*. Tesis doctoral. Barcelona: UAB.
- MULLINS, Nicholas C. (1980). *Social networks among biological scientists*. New York: Arno Press.
- REQUENA SANTOS, Félix: *Redes sociales y mercado de trabajo. Elementos para una teoría del capital relacional*. Col. Monografías, Núm. 19. Centro de Investigaciones Sociológicas & Siglo XXI, Madrid, 1991.
- VALENTE, Thomas W. (1995). *Network Models of the Diffusion of Innovations*. Hampton Press.
- VALENTE, Thomas W. (1996). "Social network thresholds in the diffusion of innovations", *Social Networks* 18, 69-89.
- WASSERMAN, Stanley y FAUST, Katherine (1994). *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.