

La explicación a través de la visualización de redes¹

Ulrik Brandes, Universidad de Konstanz (Alemania)

Patrick Kenis , Jörg Raab, Universidad de Tilburg (Holanda)²

Abstract

Assessments of configurations, dynamics, and cause and effect are at the heart of our thinking and explanation. Although numerous methods for such assessments have been developed and are being used in our daily scientific practice, visualization is frequently not considered one of them. In this paper we will first argue that this is due to the common practice of visualizing data rather than the information contained in it; secondly, we address a number of principles for effective visualization; thirdly, we assess specific examples for the visualization of networks on these principles; fourthly, we demonstrate that information visualization applied to networks is not only a possible method to analyze configurations, dynamics, and cause but, moreover, that it has an added value compared to other methods. We conclude with implications for the visualization of social networks.

Key Words: Network Analysis, Policy Networks, Social Networks, Network Visualization, Information Visualization, visone

Resumen

Las evaluaciones de causa y efecto, configuraciones y dinámicas están en el corazón de nuestro pensamiento y nuestras explicaciones (Tufte 1997: 9). Aunque se han desarrollado muchos métodos para dichas evaluaciones, que son utilizados en nuestra práctica científica diaria, es frecuente que la visualización no sea considerada uno de ellos. En este artículo, defendemos en primer lugar que esto se debe a la práctica habitual de visualizar los datos en lugar de la información contenida en los mismos. En segundo lugar, repasamos una serie de principios para la visualización efectiva. Tercero, valoramos algunos ejemplos específicos de la visualización de redes basada en estos principios. Cuarto, demostramos que la visualización de información aplicada a redes no sólo es un posible método para el análisis de configuraciones, dinámicas y causas, sino que, además, tiene un valor añadido en comparación con otros métodos. Finalmente, concluimos con algunas implicaciones para la visualización de redes sociales.

Palabras clave: Análisis de Redes, Redes Políticas, Redes Sociales, Visualización de redes, Visualización de información, visone.

¿Cuál es el poder explicativo de la visualización de redes?

La utilización de la visualización en el trabajo científico se limita la mayoría de las veces a representar tablas de datos (por ejemplo, grafos en los que hay que descifrar sus números) o bien a ilustrar ideas que se han obtenido con cualquier otra técnica (es decir, "gráficos de propaganda") (véase Tukey 1972: 293). No nos ocuparemos de estos dos usos en el presente trabajo. Nos centraremos en el uso

¹ Traducción de Isidro Maya Jariego.

² Enviar correspondencia a: Patrick Kenis, Department of Organisation Studies, Tilburg University; Warandelaan 2, PO Box 90153, 5000 LE Tilburg, The Netherlands; Phone: +31 13-4663159; Fax: +31 13-4663002; Email: p.kenis@uvt.nl

de la visualización de redes para la exploración, es decir "...para permitirnos ver lo que puede estar sucediendo por encima o por debajo de lo que ya hemos descrito..." (Tukey 1972: 293). En su artículo "From Data to Wisdom"³ Ackoff (1989) distingue entre datos, información, conocimiento, comprensión y sabiduría. Los datos representan un hecho o enunciado de hecho sin relación con otras cosas (por ejemplo, "está nevando"). La información incorpora la comprensión de una relación de algún tipo, posiblemente de causa y efecto (por ejemplo, "la temperatura bajó 10 grados y entonces empezó a nevar"). El conocimiento representa un patrón que conecta y generalmente mejora la predicción de lo que va a suceder a continuación, y la sabiduría supone una mayor comprensión de los principios fundamentales implícitos en el conocimiento. La mayoría de las veces, las visualizaciones sólo contienen datos. Lo que demostraremos en este trabajo es que la visualización de redes puede diseñarse de tal modo que también contenga información, convirtiéndose así en una base para el conocimiento.

Tufte, en su libro *Visual Explanations*⁴ (1997), demuestra convincentemente que, dependiendo de su calidad, las visualizaciones pueden revelar o no conocimiento relevante. Demostró empíricamente que una buena presentación de la información siguiendo esos principios llevó a John Snow en 1854 a identificar el modo de transmisión del cólera y, consecuentemente, el método de prevención (Tufte 1997: pp. 27-37). Del mismo modo, demostró que una mala presentación de la información condujo a la NASA en 1986 al lanzamiento de la lanzadera espacial Challenger (Tufte 1997: pp. 39-53). Tufte mostró que en ambos casos las consecuencias se derivaron directamente de la calidad de los métodos utilizados en la presentación y evaluación de las evidencias disponibles, demostrando así el poder explicativo de las buenas visualizaciones. Qué significa una visualización efectiva en el caso de las redes será tratado en el siguiente apartado.

Visualización de datos e información de redes

Como ocurre con muchas otras innovaciones, el desarrollo del análisis de redes como técnica científica es también un caso en el que "aquéllos que descubren una explicación son también los que construyen su representación" (Tufte 1997: 9). Jacob Moreno, uno de los padres fundadores del análisis de redes (cuyo trabajo se desarrolló en los años 30 del siglo pasado), desarrolló el método básicamente estudiando los dibujos que hizo a partir de las interconexiones que observaba.

³ "De los datos a la sabiduría" [N. del T.]

⁴ *Explicaciones visuales* [N. del T.]

Freeman describe su aportación como sigue: "...en sus primeros trabajos, Moreno introdujo cinco ideas importantes sobre la construcción correcta de imágenes de redes sociales: (1) dibujó grafos, (2) dibujó grafos dirigidos, (3) utilizó el color para dibujar multi-grafos, (4) modificó la forma de los nodos para comunicar las características de los actores sociales y (5) mostró que las variaciones en la localización de los puntos podían utilizarse para destacar algunas de las propiedades estructurales importantes de los datos" (Freeman 2000). Pese a lo prematuro, estas ideas han sido desarrolladas más adelante (e.g., Northway 1940 or Whyte 1943), y sucesivos estudios de redes apenas han hecho uso de ellas (véase Klovdahl [1981], Brandes et al. [1999] y Freeman [2000, 2005] para dar cuenta de la historia de la visualización de las redes sociales).

En 1996, un grupo de investigadores de la Universidad de Konstanz (Alemania) empezaron a desarrollar una nueva herramienta para la visualización de redes. El impulso para desarrollar dicha herramienta se basó en la creencia de los investigadores de que, primero, la visualización de redes puede ser una importante herramienta por encima y más allá de la mera ilustración de los datos; segundo, que no todas las visualizaciones de redes son igualmente efectivas para ello (como señaló Tufte [1983:191]: 'el diseño es una elección'); y tercero, que ninguna de las herramientas de visualización que estaban disponibles en ese momento cumplían los principios de excelencia gráfica de Tufte (1983, 66–9). Estos principios son: (1) La excelencia gráfica es una presentación bien diseñada de datos interesantes –una cuestión de sustancia, de estadística y de diseño; (2) La excelencia gráfica consiste en la comunicación de ideas complejas con claridad, precisión y eficiencia; (3) La excelencia gráfica es la que da al observador el mayor número de ideas en el más corto espacio de tiempo con menos tinta en el espacio más pequeño; (4) La excelencia gráfica es casi siempre multi-variada; (5) La excelencia gráfica requiere contar la verdad de los datos. En consecuencia, desarrollamos el argumento de que para producir visualizaciones efectivas hay que identificar claramente la información relevante, es decir, filtrar, transformar y procesar la colección de actores, lazos y atributos para identificar la sustancia interesante, definir un mapa apropiado para la representación gráfica, y generar la imagen correspondiente sin introducir artefactos. Nosotros denominamos a estas dimensiones *sustancia*, *diseño* y *algoritmo*. Nuestro análisis de las visualizaciones existentes reveló una tendencia a hacer uso de lo que hay disponible, en lugar de decidir qué se desea y a continuación buscar las herramientas con las que implementarlo. En consecuencia, el propio trabajo reciente de visualización orienta con frecuencia hacia la aplicabilidad y la utilidad de los algoritmos y software informático existentes.

En un intento de identificar correctamente la sustancia, el diseño y el algoritmo para los análisis de redes al uso, desarrollamos medios con los que visualizar la información de centralidad y estatus incorporada en una estructura de red. Eso se hace posible con una herramienta de software llamada *visone* (Brandes & Wagner 2004).⁵ La única peculiaridad de estas visualizaciones es que, a diferencia de otros métodos habituales⁶ tales como los disponibles en Pajek (Batagelj & Mrvar 2004, de Nooy et al. 2004)⁷ o NetDraw,⁸ integra la representación no modificada de la información con técnicas de presentación de grafos a medida para producir visualizaciones de información de redes legibles.

Mientras que en nuestro trabajo previo hemos informado de los principios de diseño y de las aproximaciones algorítmicas de nuestro enfoque (Brandes et al. 1999; 2001, 2003), en este artículo nos concentramos en evaluar su poder explicativo.

Evaluación del poder explicativo de las visualizaciones de redes

Tufte (1997) enumeró una lista de principios que cualquier visualización tiene que cumplir para tener poder explicativo. Dichos principios se desarrollaron a partir de un extenso análisis de representaciones visuales y de las conclusiones respectivas que fueron extraídas de las mismas. Los principios son: (1) *Documentar* las fuentes y características de los datos; (2) Forzar de modo insistente *comparaciones* apropiadas; (3) Demostrar mecanismos de causa y efecto; (4) Expresar dichos mecanismos *cuantitativamente*; (5) Reconocer la naturaleza inherentemente *multi-variada* de los problemas analíticos; (6) Examinar y evaluar *explicaciones alternativas*.

En lo que sigue, evaluaremos, basándonos en los principios arriba especificados, el poder explicativo de nuestros diseños de visualización de información sobre la centralidad y el estatus. Lo haremos evaluando el poder exploratorio y explicativo de las visualizaciones que fueron producidas en el contexto de dos estudios previos.

El primero es un estudio de acciones preventivas del SIDA/VIH con consumidores de drogas (redes de políticas de drogas locales) y el otro es un estudio de la privatización de las industrias navales y del acero en Alemania del Este durante las transformaciones de la economía después de 1990 (Ilustración 1).

⁵ www.visone.info

⁶ Véase http://www.insna.org/INSNA/soft_inf.html para una revisión del software existente para el análisis de redes sociales, incluyendo los programas de visualización, con una breve descripción y vínculos para grabarlos, si el software es libremente accesible.

⁷ <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>

⁸ <http://www.analytictech.com/netdraw.htm>

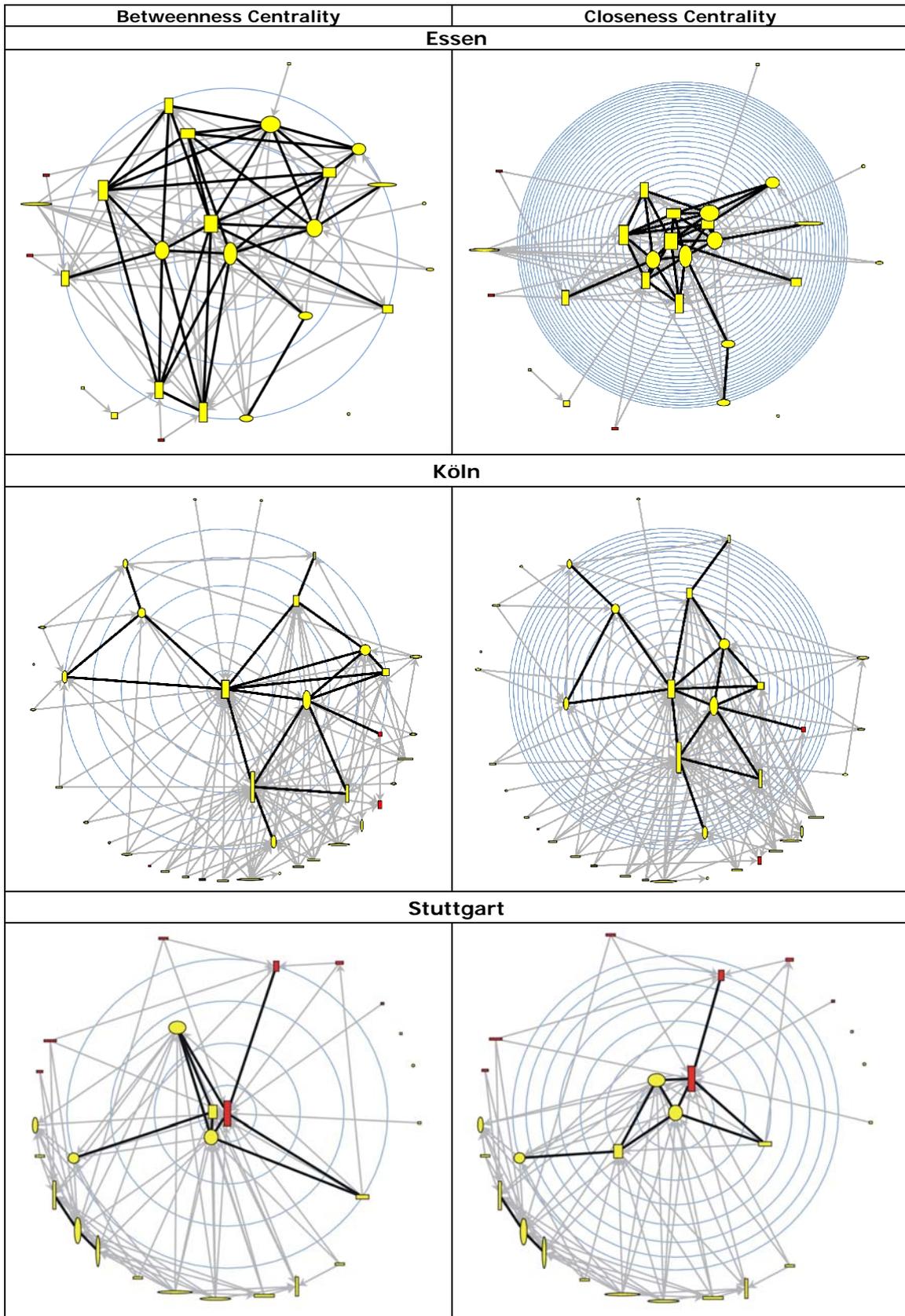
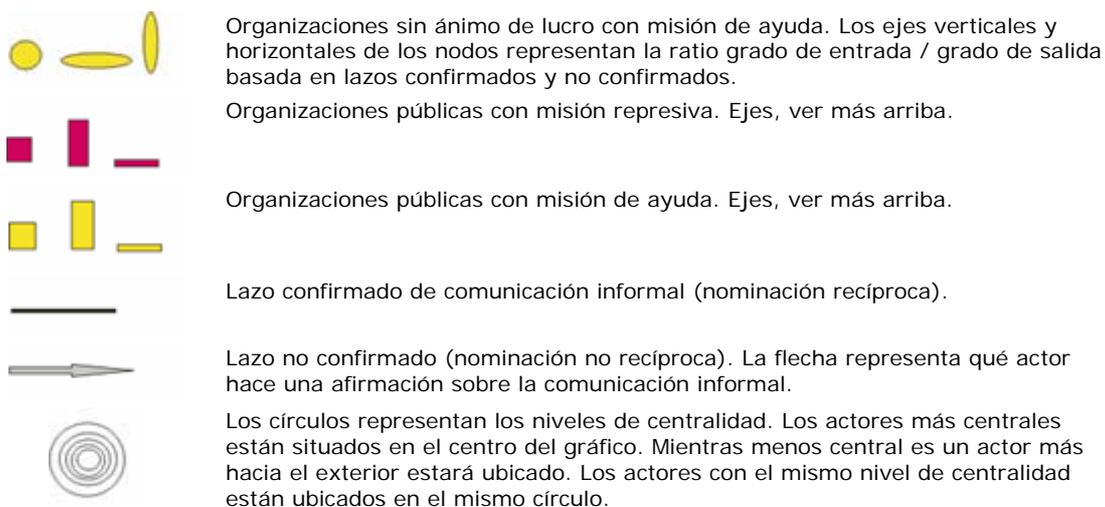


Figura 1: Comparación de redes de las políticas de drogas locales

Fuente: Datos relacionales obtenidos a través de cuestionarios a representantes de estas organizaciones

Leyenda de la Figura 1:



En el estudio de la red política local de prevención de drogas contamos con nueve municipios alemanes (que variaban en la prevalencia del SIDA/VIH y en los partidos políticos en el poder). La pregunta de investigación central en este estudio era si las características de las relaciones entre los diferentes actores en la política de drogas podían explicar las diferencias en la disponibilidad de medidas preventivas del SIDA/VIH (intercambio de jeringuillas, metadona, etcétera). Se recogieron datos sobre las organizaciones participantes en cada localidad, así como sobre las relaciones entre ellas. Los tipos de relaciones incluían, por ejemplo, la colaboración estratégica, la realización de actividades comunes y la comunicación informal. En los anteriores grafos se presenta la comunicación informal en las municipalidades alemanas de Essen, Köln y Stuttgart.

Los nodos representan a las organizaciones en la red de la política de drogas local (véase la leyenda para mayor detalle). Como puede observarse en la visualización, las redes están formadas por entidades públicas y organizaciones sin ánimo de lucro. Mientras que lógicamente las organizaciones sin ánimo de lucro, tales como los grupos de auto-ayuda o los centros de tratamiento, tienen todas una misión de apoyo, es decir ven a los consumidores de drogas como personas que necesitan ayuda mientras las organizaciones públicas pueden distinguirse en función de si tienen una misión de ayuda o represiva. Un ejemplo típico de este último caso es la policía, que ven en los consumidores de drogas a personas que cometen una infracción o incluso un delito. Realizamos el cálculo de la centralidad (*Closeness* y *Betweenness*)⁹ para la red de comunicación informal, y a continuación la

⁹ Las dos medidas de centralidad más ampliamente usadas son los indicadores de "closeness" y de "betweenness". El indicador de Closeness mide cuán cerca está un actor a todos los demás actores de una

representamos para analizar qué tipo de actores serían los más prominentes en cada ciudad, cuáles podrían ser los posibles factores explicativos, y cómo las características estructurales de las redes podrían estar vinculadas con los resultados de la política de drogas local.

Los nodos están ubicados de acuerdo con su puntuación de centralidad (betweenness o closeness) basándonos sólo en lazos confirmados. El nodo más central se sitúa en el centro de la figura y los demás siguen en centralidad decreciente hacia la periferia de la estructura. Esto fija la posición radial de cada nodo. La posición angular se determina con un algoritmo de disposición especializado, que pretende minimizar el desorden reduciendo el número de líneas que se cruzan y las oclusiones (Brandes et al. 2003).

Una idea que puede obtener a partir de las visualizaciones tiene que ver con la relación entre el resultado de las redes (es decir, en este caso, la provisión de prestaciones preventivas del VIH) y las propiedades representadas en los diagramas. Las tres redes presentadas en la Figura 1 (la comunicación informal en las ciudades de Essen, Köln y Stuttgart) difieren un montón en su efectividad (siendo Essen la más efectiva en la disponibilidad de prestaciones preventivas de SIDA/VIH y Stuttgart la menos efectiva), pero también difieren mucho en sus características estructurales. Por ejemplo, se puede observar que en Stuttgart los actores represivos están presentes en el centro de la red. Basándonos en esta idea puede formularse la proposición de que el desarrollo de medidas preventivas del SIDA/VIH es menos probable en aquellos casos en los que las organizaciones represivas son demasiado centrales en la red de comunicación. La razón podría ser que las organizaciones que son responsables en última instancia de la provisión de estos servicios (esto es, organizaciones sin ánimo de lucro) tienen un problema de legitimidad con sus clientes en el caso de que sean vistos como parte de un sistema en el que las organizaciones represivas tienen un rol central. También el hecho de que las redes más dispersas tienden a tener algunos actores que son particularmente altos o anchos (como en el caso de Köln), lo que indica una elevada ratio entre el indegree y el outdegree de lazos confirmados y no

estructura social. Un actor es central si puede interactuar rápidamente con todos los demás, es decir en el caso más extremo tendría lazos directos con todos los demás actores. El índice se calcula como la inversa de la suma de los caminos más cortos entre todos los demás nodos. El indicador de Betweenness mide la medida en la que un actor se encuentra en los caminos más cortos entre dos actores cualesquiera de una estructura social. Se asume que esto da la posibilidad de controlar la interacción entre estos otros dos actores. El índice se calcula como la suma de las fracciones de caminos más cortos en las que un nodo se encuentra entre cada uno de los demás pares de actores (Wassermann & Faust, 1994: 184-190). Para un tratamiento amplio de los conceptos de centralidad, véanse los Capítulos 3-5 en Brandes & Erlebach (2005).

confirmados, mostrando un desequilibrio en las percepciones entre los diferentes actores podría ser también una buena base para formular proposiciones. En este caso, podría pensarse que el hecho de que con frecuencia los lazos no estén confirmados es un indicador del grado de cohesión en una red. En relación con un tema controvertido, como las medidas preventivas de SIDA/VIH para los consumidores de drogas, podría esperarse que un bajo grado de cohesión en las relaciones no sea positivo en el desarrollo de tales servicios.

Contemplando las diferentes representaciones, puede observarse una apariencia similar en cada par de gráficos. Esto se logra realizando los ajustes de disposición local sólo después de cambiar las posiciones radiales de acuerdo con la medida de centralidad alternativa. De acuerdo con los gráficos creados con esta técnica, una serie de actores se hacen visibles, permitiendo la formulación de proposiciones sobre la efectividad de las redes: el número de actores bastante activos (es decir, con una alta centralidad de grado); el grado de discrepancia entre lazos confirmados y no confirmados; el grado en el que una mezcla de diferentes tipos de actores (públicos y privados, represivos y de ayuda) está cerca del centro de la red; el grado en que hay claramente un actor central en la red, una pareja de actores centrales o no hay claramente actores centrales en la red. Es el tipo de observaciones que son un resultado directo de las técnicas de representación gráfica y que contribuyen sustancialmente al análisis de las cuestiones "¿quién tiene el poder?" y "¿cuáles son las consecuencias de la estructura de poder?"

Otro fenómeno generalmente inexplorado en el análisis de redes son las nominaciones no recíprocas en relaciones no dirigidas, tales como la comunicación informal (que se representan con líneas en gris). Lo que muestra la visualización es que el número de nominaciones no recíprocas es generalmente alto, aunque en diferente grado en las tres municipalidades. Puede observarse que los actores periféricos en la red de relaciones confirmadas pueden ser bastante centrales en la red no confirmada, pero parecen reacios a indicar relaciones. Observamos actores (por ejemplo, pequeñas organizaciones sin ánimo de lucro) que mencionan a muchas otras organizaciones, pero sus nominaciones no son devueltas por ninguna de ellas. Es este tipo de observación la que explica la historia que hay detrás de los índices agregados de redes, y ayuda a llegar a una explicación adecuada de quién es de hecho el actor más importante.

En el estudio de la privatización de industrias las cuestiones de investigación centrales fueron primero qué tipo de estructura de gobernación se desarrolló en estos casos tan politizados, y segundo qué posición ocupaba la agencia de privatización, que había sido encargada de administrar todo el proceso. Además, la agencia sufrió fuertes críticas desde diferentes lados, pero especialmente por parte del público de Alemania del Este y se enfrentaba a la demanda de reducir la velocidad de privatización e implicarse más directamente en los esfuerzos de reestructuración. Además, fue frecuente escuchar que los intereses de las industrias de Alemania Occidental influyeron mucho en el proceso y se asumía que estaban a favor de cerrar posibles competidores de Alemania del Este. Las estructuras de gobernación que surgieron en estos casos tan politizados fueron vistas por tanto como claves en la explicación de los resultados del proceso. Fueron conceptualizadas como redes inter-organizacionales de actores participantes en dichos procesos.

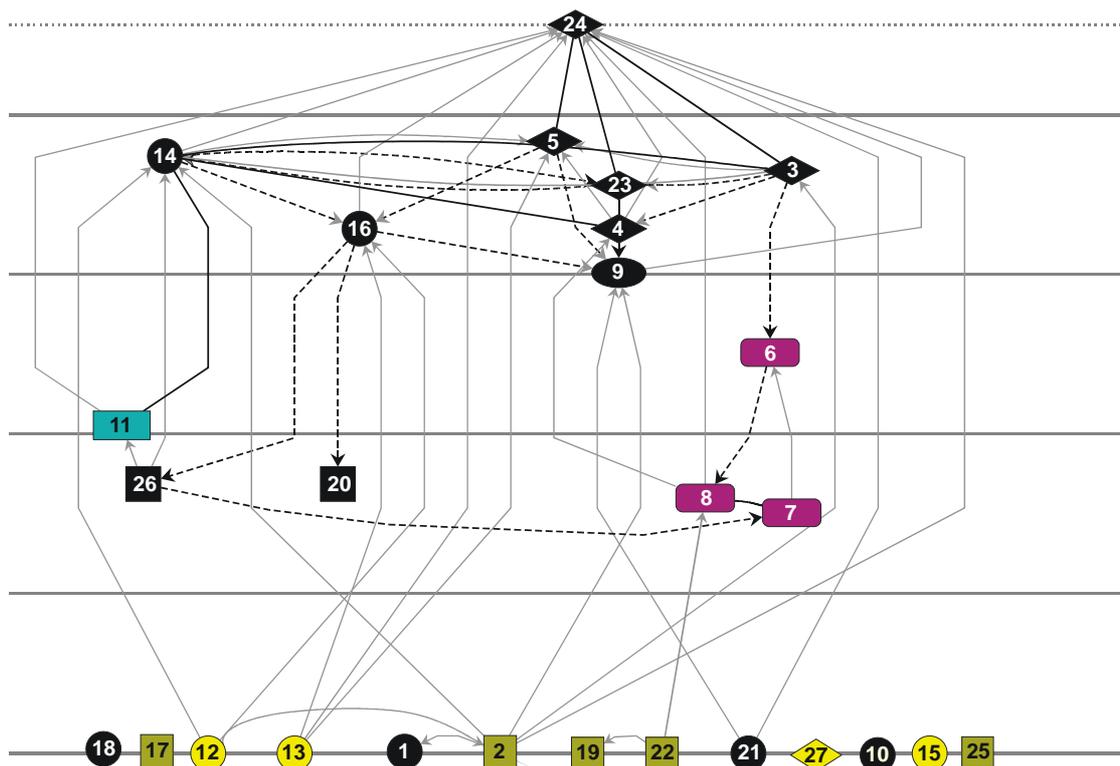


Figura 2: Estructura de poder en el proceso de privatización de la industria naval basada en "la consideración del interés de otros actores"

Fuente: Datos relacionales obtenidos a través de cuestionarios a representantes de estas organizaciones

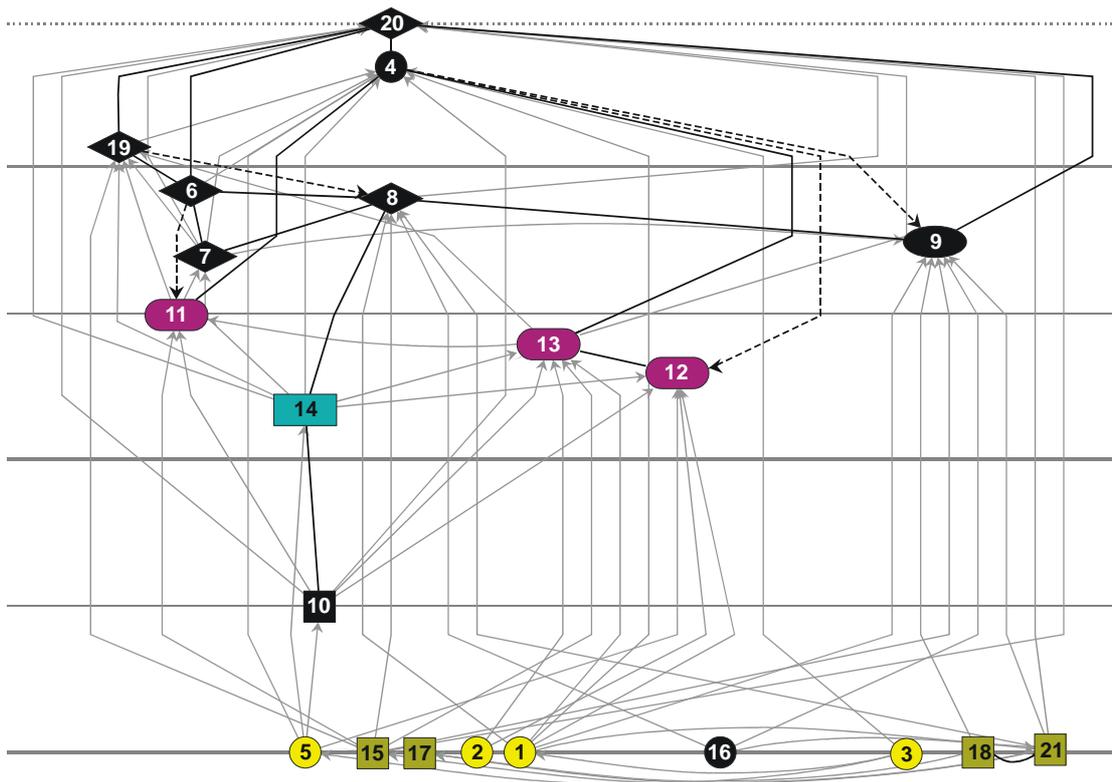


Figura 3: Estructura de poder en la privatización de la industria del acero basada en “la consideración del interés de otros actores”

Fuente: Datos relacionales obtenidos a través de cuestionarios a representantes de estas organizaciones

Legenda de las Figuras 2 y 3:

- ○ ◆ ■ Actores político-administrativos (rombos, de nivel federal; círculo ovalado, de la Comisión Europea; círculos, actores estatales; cuadrados, actores locales).
- Actores de la Alemania del Este que van a ser privatizados.
- Sindicato de trabajadores del metal.
- Juntas de partidos políticos.
- Actores del sector industrial (empresas y asociaciones industriales).
- Relaciones que indican que ambos actores tomaron sus intereses mutuamente en consideración al tomar decisiones importantes.
- Relación que indica que el actor del que se origina el enlace tomó los intereses del otro actor en cuenta al tomar una decisión importante sobre la privatización de la compañía de Alemania del Este. El color gris indica que el lazo se origina en el actor de menor estatus.
- Relación que indica que el actor del que se origina el enlace tomó los intereses del otro actor en cuenta al tomar una decisión importante sobre la privatización de la compañía de Alemania del Este. El color negro indica que el lazo se origina en el actor de mayor estatus.
- Las líneas horizontales grises indican el nivel de prestigio. Mientras más alto esté ubicado un nodo en el gráfico mayor es su prestigio.

Las figuras dos y tres muestran la estructura de poder final, basándonos en qué actor tomó en consideración los intereses del otro actor en el proceso de toma de decisiones durante la privatización de las industrias naval y del acero. Es decir, un lazo entre dos nodos indicaba que un actor tuvo en cuenta los intereses del otro actor en su toma de decisiones (véase la leyenda para mayor detalle).

Las líneas horizontales de gris claro representan los niveles de prestigio. Mientras más alto esté ubicado un nodo mayor es su prestigio y mayor el poder que se supone que tiene¹⁰. Contemplando la estructura de poder, la visualización revela que los comités de dirección de la agencia de privatización fue en ambos casos el actor más prominente (nº 24 en el caso de la naval y nº 20 en el caso de la industria del acero). Es seguido por otros actores políticos-administrativos en el nivel federal y estatal. La impresión general dominante en las estructuras de poder es el dominio de los cuerpos del gobierno y de la administración, todos los cuales están muy arriba. Los actores del ramo, por el contrario, no son muy prominentes aquí.

La agencia encargada de la privatización consiguió encontrar inversores en ambos casos que reestructurarían los enclaves industriales y mantendrían a las compañías en funcionamiento. Pese a la enorme presión política desde diferentes lados la agencia de privatización consiguió vender o cerrar el conjunto de 12.500 compañías en aproximadamente seis años, incluyendo a los casos altamente politizados.

En el estudio se concluyó que ambos casos fueron claramente dominados por los actores político-administrativos (Raab 2002a, 2002b). Las visualizaciones revelaron que las competencias formales de carácter general fueron muy importantes para las posiciones de poder de los actores, y que por tanto influyeron muy posiblemente en los resultados del proceso, proporcionando una clave para su explicación. Ninguno de los actores políticos administrativos favoreció una estrategia que fuese diferente a la estrategia de la agencia de privatización rápida. Por tanto, la agencia se las arregló para estar inmersa en las redes políticas sin perder mucho de su margen y de su poder, siguiendo adelante con la rápida privatización. Las compañías y asociaciones industriales de Alemania Occidental, con sus intereses particularistas, obtuvieron comparativamente bajas puntuaciones y por tanto no parece que tuvieran mucha influencia en el resultado.

¹⁰ El índice se basa en el concepto de prestigio de Burt (1991). A un actor se le atribuye más prestigio mientras más nominaciones de otros actores recibe y mientras mayor sea el rango de prestigio de éstos. El concepto también incluye cuántos otros actores son nombrados por éstos. Mientras más actores son nombrados por un actor, menor prestigio es transferido proporcionalmente a ellos.

Además, la visualización muestra por qué determinados actores son más poderosos que otros en función de sus lazos. Los actores más prominentes tienen un mayor número de relaciones de entrada (otros actores tuvieron en cuenta sus intereses) y/o recibieron lazos de actores con un alto prestigio.

La visualización de las redes políticas ayudaron mucho a los investigadores en la explicación de los resultados en ambos casos. ¿Pero significa esto que la visualización de redes sociales (políticas) es una herramienta valiosa en el nivel más abstracto de excelencia gráfica de modo que otra gente pueda también detectar fácilmente los mecanismos causales, como proponía Tufte? Para dar una respuesta a esta pregunta, el poder explicativo de estas representaciones visuales será evaluado a continuación, utilizando los principios de Tufte presentados más arriba.

1. Documentar las fuentes y características de los datos

Aunque el principio de *documentar* las fuentes y características de los datos parece ser obvio, es frecuente, sin embargo, que en la práctica no se siga. Muchas visualizaciones en general y redes en particular se presentan sin información sobre las características y las fuentes de los datos. Para usar la visualización con fines explicativos la documentación es indispensable. En *visone* las características de los datos se documentan con formas y colores.

2. Forzar de modo insistente comparaciones apropiadas

De acuerdo con Tufte (1997:29), la "cuestión realmente esencial en el análisis estadístico es '¿comparado con qué?'". El programa de visualización de redes *visone*, que fue utilizado para crear los grafos representados más arriba, proporciona presentaciones de la centralidad tal y como fueron aplicadas en el análisis de la red de políticas de drogas local y presentaciones del estatus (prestigio) tal y como fueron aplicadas en el análisis de los procesos de privatización. Una de las características principales de este procedimiento es la posibilidad de combinar datos en bruto (los lazos entre los nodos) y agregados (las puntuaciones de centralidad o de estatus/prestigio) en la misma visualización. Por tanto, se crean tres posibilidades de comparación. Primero, los nodos pueden compararse de acuerdo con su posición y al mismo tiempo de acuerdo con los lazos de los que se derivan dichas posiciones. Pueden detectarse diferentes estructuras de enlaces que conducen a la misma posición estructural. Segundo, el color, el tamaño y la forma pueden utilizarse para representar diferentes características de los actores, que pueden utilizarse a continuación para explicar sus posiciones estructurales o las características generales de la red. Tercero, pueden crearse

múltiples representaciones que yuxtapongan directamente diferentes casos. Si las características de las redes sociales son factores principales en la explicación de los resultados, estructuras similares deberían conducir a similares resultados y diferentes estructuras a diferentes resultados. La utilización de representaciones múltiples, creadas de acuerdo con los mismos principios de presentación, hace posible mostrar una gran cantidad de información de forma condensada y comparativa. Que se elija un diseño de casos más o menos similar o diferente es, no obstante, parte del diseño general de la investigación y no un tema de la visualización por sí misma.

3. Demostrar mecanismos de causa y efecto

Para ajustarse a este principio, los datos tienen que estar ubicados en un contexto apropiado para la evaluación de causa y efecto (Tufte 1997:29), es decir los diferentes factores que se supone que conducen a determinado efecto deberían ser claramente visibles y estar conectados visualmente de modo sencillo con el efecto. Este principio no siempre se logra, desafortunadamente, en los dos casos presentados aquí. En la red de políticas de drogas local las causas para el resultado (efecto) se representan de modo claro: el número, la posición estructural y los lazos entre las organizaciones represivas y de ayuda. También la visualización revela que los lazos no confirmados son un fenómeno causal muy interesante que fue utilizado para explicar diferentes resultados de la política. Aquí, la ratio de lazos confirmados y no confirmados puede utilizarse como indicador del grado de unidad en la red. Sin embargo, los lazos no confirmados pueden ser también lo que hay que explicar (la variable dependiente). Como se vio más arriba, pueden ser en gran parte explicadas por las características de los actores (el estatus legal y el hecho de que sean organizaciones represivas o de ayuda). Por último, aunque no menos importante, estas ideas pueden ser la base con la que decidir si analizar la centralidad de las redes basándonos en lazos confirmados o no confirmados.

Pese a estas importantes impresiones sobre causas y efectos, el problema para la explicación de los efectos por medio de la visualización en estas redes locales sobre las políticas de drogas es que en la representación no se proporciona información sobre el resultado. Para ver la relación entre las propiedades estructurales y los resultados en estos sistemas sería necesario mostrar información sobre qué decisiones sobre qué medidas se han tomado o implantado en las distintas ciudades para prevenir la difusión del SIDA/VIH, tales como los programas de intercambio de jeringuillas o el suministro de metadona.

En el caso de la privatización de las industrias navales y del acero, las propiedades estructurales globales son presentadas claramente, así como las posiciones estructurales de los diferentes actores. Sin embargo, no se aporta información sobre cuáles eran las actitudes de los diferentes actores hacia la política de rápida privatización de la agencia del gobierno. En cambio se representa la afiliación institucional, que sólo proporciona dicha información con una amplia explicación verbal adicional. Además, tampoco se proporciona información sobre el resultado del proceso, como por ejemplo la velocidad de la privatización, el tipo de inversor, el éxito de la reestructuración, etcétera.

Si la causa a explicar se refiere a las posiciones estructurales de los actores o a las características generales de los actores, el resultado parece algo mejor. En el caso de las redes de políticas de drogas locales, la distinción entre organizaciones de ayuda y represivas parece muy basta, y no se dispone de información sobre otras características de los actores para explicar sus posiciones o las características generales de la red, incluyendo los lazos confirmados y no confirmados. En el caso de la privatización industrial las características institucionales de los actores (actores políticos administrativos con competencias formales) ayudaron mucho a explicar la posición de poder de los actores así como los resultados de dichas estructuras. Sin embargo, sólo de un modo indirecto y exploratorio.

4. Expresar dichos mecanismos cuantitativamente

Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, *visone* es aún el único programa de visualización de redes sociales que calcula directamente la prominencia (centralidad y estatus/prestigio) y ubica a los nodos en el espacio gráfico de acuerdo con su puntuación respectiva. Además, el atributo de un actor puede expresarse cuantitativamente por medio del tamaño o área circunscrita del nodo. Por tanto, puede expresarse cuantitativamente tanto importante información relacional como categórica. Una mejora a realizar en este sentido sería si las puntuaciones, o al menos el rango, de centralidad o de los niveles de estatus, se diesen directamente en la visualización. Sin embargo, no vemos de momento la posibilidad de combinar de un modo directo cuantitativamente a la vez la causa y el efecto en la visualización de la red cuando se trata de explicar los resultados de las políticas. Esto podría haberse hecho de modo tradicional, utilizando por ejemplo un gráfico de dispersión con la información del análisis de redes.

5. Reconocer la naturaleza inherentemente multi-variada de los problemas analíticos

La mayoría de los problemas analíticos, especialmente los fenómenos políticos o sociales, no pueden explicarse por una sola causa sino que es habitual que obcecan a las complejas interacciones de múltiples factores. Por eso las visualizaciones deberían ser capaces, al menos en parte, de mostrar conjuntamente múltiples causas. Las representaciones que produce *visone* logran en parte responder a esta demanda. En especial se pueden combinar causas que corresponden a características de los actores, tales como el bagaje institucional, la ideología o el interés, los recursos, el género, o el grupo étnico, con causas que se derivan de la estructura social en la que están inmersos, tanto en el nivel del actor (lazos directos e indirectos de ciertos actores y los índices agregados) como en el nivel de la red (densidad, centralización, número de cliques, etcétera). Sin embargo, hay un claro límite en el número de causas que se pueden representar conjuntamente. En general, en un espacio de dos dimensiones se limita a tres características por nodo, expresadas por la forma, el color y el tamaño. Pero incluso si fuera posible combinar más factores es dudoso que el lector de la visualización pueda captar de hecho la complejidad creciente.

6. Examinar y evaluar explicaciones alternativas

De nuevo Tufte (1997:32) señala: "A veces puede ser difícil para los investigadores –que a la vez informan y defienden sus hallazgos- enfrentarse a las amenazas a sus conclusiones, tales como las explicaciones alternativas y los casos en contrario. Sin embargo, la credibilidad de un informe aumenta con una evaluación cuidadosa de todas las evidencias relevantes, y no sólo de aquellas que son abiertamente consistentes con las explicaciones del informe". Para la visualización de redes eso significa que los aislados o los nodos con centralidad o estatus cero también tienen que ser incluidos en la visualización, aunque con frecuencia es práctico dejarlos fuera para reducir el número de nodos y en consecuencia mejorar la legibilidad de la visualización. Sin embargo, este es un principio al que el programa no se puede ajustar automáticamente, puesto que se trata de una decisión que el investigador debe tomar. Pero el programa ayudará al investigador a ese respecto, puesto que todos los índices son calculados para el componente principal de la red, los nodos con estatus o centralidad cero se mantendrán en la visualización y los aislados serán puestos simplemente en el nivel cero, pero no serán eliminados de modo automático. Por lo tanto, existe al menos la posibilidad de contar con explicaciones alternativas para la posición estructural de los diferentes nodos en una misma red,

o de modo exploratorio entre diferentes redes en lo que se refiere a los resultados que producen. Los dos estudios presentados aquí siguen este principio.

Conclusiones e implicaciones para la visualización de redes en general y en *visone* en particular

En trabajos anteriores señalábamos que una buena visualización de redes sociales es una potente herramienta para la exploración de datos (Brandes et al. 1999, 2001, 2003). Por ejemplo es una herramienta para detectar propiedades interesantes de una red referidas a los lazos, las estructuras agregadas y las características de los nodos, y sirve también para formular hipótesis sobre las relaciones entre factores estructurales y resultados sociales o políticos. Como resultado de dicha investigación comprobamos que la visualización tiene grandes ventajas de cara a la exploración, especialmente si la comparamos con los programas y procedimientos estándar disponibles en el análisis de redes sociales que presentan matrices o resultados con puntuaciones que separan los datos agregados de los datos brutos, así como las propiedades relacionales de las categóricas de la estructura social. Incluso los investigadores muy experimentados tienen dificultades para leer la estructura de una red en la representación de una matriz y simultáneamente combinar sus impresiones con la información sobre los propios actores. Por eso el poder exploratorio de la visualización producida por *visone* puede ser considerado alto en comparación con otros programas de visualización de redes que están actualmente disponibles. Sin embargo, esta afirmación es válida sólo para las redes más pequeñas, de entre 30 y 50 actores, con una densidad relativamente baja, porque la legibilidad disminuye con un mayor tamaño y una mayor densidad de la red, como es evidente, por ejemplo, en la visualización de la red de políticas de drogas en Essen.

En este artículo queríamos dar un paso adelante y preguntarnos por el poder explicativo de la visualización de redes, utilizando los criterios de Tufte sobre las explicaciones visuales. Con esta evaluación esperábamos comprender cómo podía ser mejorado el método y el programa. Por un lado, la evaluación demostró que el poder explicativo es bastante bueno si se trata de explicar las posiciones estructurales de los actores, porque los atributos categoriales de los actores en tanto causas se muestran conjuntamente con el efecto, es decir cierta posición estructural que es traducida en una posición en un espacio de dos dimensiones. Además, ciertos efectos de la estructura de las redes, como los lazos no confirmados, difícilmente pueden explicarse sin utilizar la visualización de redes.

Por otro lado, el poder explicativo de la visualización de redes es bastante bajo si se trata de explicar los resultados de las políticas. Pese a que los diseños actuales cumplen muchos de los principios propuestos por Tufte, es imposible yuxtaponer los datos sobre las causas y los datos sobre los efectos directamente para explicar determinados productos o resultados políticos. Se quedan cortos en el criterio crucial de demostración directa de los mecanismos de causas y efecto cuando se trata de explicar los productos de las políticas. Los efectos que suponemos que han sido causados por la red tienen que ser explicados utilizando métodos (visuales) convencionales como los gráficos de dispersión, regresión (log)lineal, etcétera.

Como conclusión final puede afirmarse por tanto que la visualización de información, es decir la adecuada e inalterada representación gráfica de los datos que han sido procesados para responder a determinada necesidad de información, debería jugar un papel vital en la investigación de redes sociales. Es una importante herramienta para la exploración de los datos, ayudando a los investigadores a tamizar los datos, detectar patrones interesantes y darle sentido a las observaciones. La exploración de datos es un paso importante en el proceso de descubrimiento científico, especialmente en un campo relativamente nuevo como el análisis de redes sociales, porque en ese proceso se determinan los datos para los que se buscarán explicaciones en la investigación futura (Gahegan & Brodaric 2002: 7).

Bibliografía

Ackoff, R. L. (1989). 'From Data to Wisdom', *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3-9.

Batagelj, V. & Mrvar, A. (2004). Pajek – Analysis and Visualization of Large Networks, 77-104 in *Graph Drawing Software* eds. Jünger, M. & Mutzel, P., Berlin: Springer-Verlag.

Becker, H.S. (2000). What Should Sociology Look Like in the (Near) Future? *Contemporary Sociology*, 29(2), 333-336.

Beniger, J. R. & Robyn, D.L. (1978). Quantitative graphics in statistics: A brief history. *The American Statistician*, 32(1), 1-9.

Brandes, U., Raab J. & Wagner, D. (2001). Exploratory Network Visualization: Simultaneous Display of Actor Status and Connections, *Journal of Social Structure*, 2 (4), <http://www.library.cmu.edu:7850/JoSS/brandes/index.html>.

Brandes, U., Kenis, P., & Wagner, D. (2003). Communicating Centrality in Policy Network Drawings. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 9(2), 241-253.

- Brandes, U., Kenis, P., Raab J., Schneider, V. & Wagner, D. (1999). Explorations into the Visualization of Policy Networks, *Journal of Theoretical Politics*, 11(1), 75-106.
- Brandes, U. & Wagner, D. (2004): visone - Analysis and Visualization of Social Networks: 321-340 in *Graph Drawing Software* eds. Jünger, M. & Mutzel, P., Berlin: Springer-Verlag.
- Brandes, U. & Erlebach, T. (Eds.) (2005). *Network Analysis: Methodological Foundations. Lecture Notes in Computer Science Tutorial*, vol. 3418, Berlin: Springer-Verlag.
- Burt, R. (1991). *Structure Reference Manual, Version 4.2*. New York: Columbia University Press.
- Crosby, A. W. (1997). *The Measure of Reality: Quantification and Western Society, 1250-1600*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Freeman L. C. (2000) Visualizing Social Networks, *Journal of Social Structure* 1 (1), <http://www.cmu.edu/joss/content/articles/volume1/Freeman.html>.
- Freeman L. C. (2005). Graphic techniques for exploring social network data in *Models and Methods in Social Network Analysis*, eds. P. J. Carrington, J. Scott & S. Wasserman. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gahegan, M. & Brodaric, B. 2002. Computational and Visual Support for Geographical Knowledge Construction : Filling in the Gaps between Exploration and Explanation, Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa 2002, <http://www.isprs.org/commission4/proceedings/pdfpapers/154.pdf>.
- Klov Dahl, A. S. (1981). A note on images of networks. *Social Networks*. 3, 197-214.
- Nooy, W. de, Mrvar, A. & Batagelj, V. (2004). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge/New York: Cambridge University Press
- Northway, M. L. (1940). A Method for Depicting Social Relationships Obtained by Sociometric Testing, *Sociometry*, 3 (2), 144-150.
- Raab, J. (2002a). *Steuerung von Privatisierung. Eine Analyse der Steuerungsstrukturen der Privatisierung der ostdeutschen Werft- und Stahlindustrie 1990-1994*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Raab, J. (2002b). Where Do Policy Networks Come From?, *Journal of Public Administration Research and Theory*, 12 (4), 581-622.
- Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut.
- Tufte, E. R. (1997). *Visual Explanations. Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Cheshire/Connecticut: Graphics Press
- Tukey, J. (1972). Some Graphic and Seigraphic Displays: 293-316 in *Statistical Papers in Honor of George W. Snedecor*, ed. T. A. Bancroft. Ames: Iowa State University Press.
- Wassermann, S. & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

Whyte, W. F. (1943). *Street Corner Society*, Chicago: University of Chicago Press.