

Análisis de redes sociales e historia contemporánea

Emma Sarno

Università di Napoli «L'Orientale»
esarno@unior.it

Resumen: Este artículo trata sobre el potencial de análisis de redes sociales en la investigación de la historia contemporánea para destacar patrones escondidos o no lineales en los datos relacionales. Los individuos (al igual que otras entidades) pueden ser moldeados por las conexiones con otros en el tiempo y el espacio debido a afiliaciones institucionales, de patrocinio, a transacciones, migraciones, etc. Los métodos y las herramientas gráficas del análisis de redes ayudan a visualizar las redes y sus dinámicas de forma diacrónica, valoran el papel de los individuos al vincularse o conectar con otros actores, los clasifican de acuerdo con su grado de «centralidad» o «centro-periferia», identifican estructuras entre los individuos y simplifican estructuras complejas a través del modelado de bloques.

Palabras clave: análisis de redes sociales, redes históricas, datos relacionales, centralidad, modelado de bloques.

Abstract: This paper aims to discuss the potential of social network to highlight hidden or nonlinear patterns in relational data analysis in contemporary historical research. Individuals —and many other entities— can be suitably shaped by the presence of connections with others, in time or space, due to institutional affiliation or patronage, transactions or migration, etc. Network analysis's methods and its graphic tools help visualise networks and their dynamics diachronically, assess the role of single individuals in bonding or bridging other actors, rank them according to their «centrality» or «core-periphery» scores, identify structures across individuals and simplify complex structures through block-modeling.

Keywords: social network analysis, historical networks, relational data, centrality, block-modeling.

Introducción

El análisis de redes sociales (en lo sucesivo ARS) es un enfoque estructurado de la investigación social que incluye técnicas gráficas, métodos métricos y estadísticos para detectar y analizar las características de los datos relacionales de diferentes actores (individuos, instituciones, áreas geográficas, etc.) y su posición dentro de grupos específicos. El ARS es cada vez más popular entre los historiadores; muchos asuntos históricos son investigados con éxito dentro de su marco teórico debido al desarrollo de herramientas informáticas más sofisticadas que permiten un procesamiento de datos más sencillo. Consecuentemente, el concepto de redes en la investigación histórica ya no se limita a la esfera cualitativa, sino que se usa cada vez más para realizar análisis cuantitativos.

En este artículo rastreamos la evolución del uso de la noción y el análisis de redes en la investigación histórica, y facilitamos un resumen unificado de las numerosas métricas y estadísticas de redes empleadas. En los siguientes dos apartados esbozaremos una pequeña historia del ARS y revisaremos sus aplicaciones recientes en el análisis histórico. Después analizaremos los conceptos principales del ARS y, de forma crítica, las estadísticas descriptivas más útiles para la investigación histórica. Se concluye con unas observaciones finales y un apéndice con referencias a las aplicaciones informáticas más comunes para el ARS.

Breve historia del ARS

El concepto de redes sociales se ha usado ampliamente desde hace tiempo en las ciencias sociales para indicar vagamente estructuras complejas de relaciones entre miembros de un sistema social. La evolución de una red social desde una pura metáfora a una construcción analítica específica, y, por tanto, a un paradigma organizado con sus propias teorías, métodos y aplicaciones informáticas, ha sido un proceso largo y complejo.

Siguiendo la periodización presentada por Freeman, la historia del ARS puede dividirse en cinco etapas¹:

¹ Linton FREEMAN: *The Development of Social Network Analysis: A Study in*

1. La «prehistoria» del ARS. Parte de la idea de que la sociedad humana es como una estructura biológica formada por componentes interrelacionados. Aparece por primera vez con la «física social» de Comte y posteriormente en las obras de Simmel y Durkheim sobre interacciones sociales. En la segunda mitad del siglo XIX se realizan los primeros intentos de recopilación sistemática de datos de redes de parentesco (Morgan, Macfarlane, Galton...), de redes de consejos directivos interrelacionados y de representación gráfica y computacional de enlaces entre actores.

2. *Sociometría* y otros ancestros del ARS. A principios de los años treinta del siglo pasado, el psiquiatra Jacob L. Moreno (en colaboración con Jennings y Lazarsfeld) transformó la estructura intangible de una red en algo más concreto a través de la sociometría, un método cuantitativo destinado a investigar la organización y evolución de grupos sociales y la posición de los individuos en los mismos. La sociometría presentaba lo que Freeman considera que son los tres ingredientes fundamentales del ARS moderno: era explícitamente estructural, se basaba en datos seleccionados sistemáticamente y hacía uso de diagramas y métricas específicas para mostrar los patrones de los enlaces (*sociogramas*). En esos mismos años, en Harvard, otros académicos (Warner y Mayo) comenzaron a usar una perspectiva explícitamente estructural en sus estudios antropológicos.

3. Periodo de emergencia. Desde los años cuarenta surgen escuelas independientes de análisis de redes en Estados Unidos y Europa que forman la base para un acercamiento estructural a las redes. En Norteamérica el grupo central de investigadores era del MIT; Alex Bavelas y sus colegas desarrollaron un programa de experimentación en laboratorio sobre redes. Simultáneamente, un nuevo uso del álgebra matricial y de la teoría de grafos para formalizar conceptos sociopsicológicos fundamentales reforzó el corpus del ARS. También encontramos investigadores interesados en el desarrollo de herramientas de ARS en las universidades norteamericanas de California, Michigan, Chicago y Columbia, y en Europa, en la Sorbona (Lévi-Strauss y Weil) y en las universidades de Lund,

the Sociology of Science, Vancouver, Empirical Press, 2004. Para una reconstrucción más breve de la historia del ARS véase Stephen P. BORGATTI *et al.*: «Network Analysis in the Social Sciences», *Science*, 323 (2009), pp. 892-895.

Ámsterdam, Mánchester y London School of Economics, donde el uso de expresiones como «redes» o «análisis de redes» empezaba a ser común. Hablaban explícitamente de algunos conceptos clave como la extensión de la red (*network span*), la multiplejidad y la densidad, a pesar de que su obra tenía poco contenido computacional, dado que utilizaban explicaciones basadas en redes únicamente para justificar un rango de resultados.

4. El nacimiento de una disciplina. El comienzo de la fase moderna del ARS se data entre los años sesenta y setenta del siglo pasado con la revolución de Harvard. El sociólogo Harrison White, doctor en física por el MIT, llegó a Harvard en 1963. Allí enseñó el análisis de redes a sus estudiantes de posgrado, incluidos algunos que se convertirían en activos analistas de redes en el futuro, como Bonacich y Granovetter. Finalmente, en los ochenta, el ARS se convirtió en un campo de investigación reconocido, con su propia organización profesional [International Network for Social Network Analysis (INSNA)], congreso anual (SUNBELT), aplicaciones informáticas especializadas (UCINET)² y su revista científica (*Social Networks*). Desde entonces las herramientas de ARS se han aplicado en muchos campos de investigación: física, biología o economía, pero también en cuestiones prácticas como consultoría de gestión, salud pública, investigación criminal y guerras.

5. El ARS hoy. En la actualidad el uso del ARS se ha extendido en las ciencias sociales y las humanidades, con un enfoque más estructurado en el estudio de las redes mediante el uso de sus herramientas. Adicionalmente, el ARS se ha enriquecido con nuevas medidas, estadísticas y herramientas de visualización de redes que permiten la exploración de las dinámicas de redes y la evolución temporal de los enlaces entre sus miembros³. En este nuevo contexto, la historia no es en absoluto una excepción, como mostraremos en los siguientes apartados.

² Desarrollada por Linton Freeman, Martin Everett y Steve Borgatti (nota 57 *infra*).

³ Las humanidades digitales hacen uso del ARS. Dos proyectos realizados en la Universidad de Stanford constituyen buenos ejemplos: *Republic of Letters* (<http://republicofletters.stanford.edu/>) y *ORBIS: The Stanford Geospatial Network Model of the Roman World* (<http://orbis.stanford.edu/>).

El uso del ARS en la historia contemporánea

La utilización por parte de los historiadores de un enfoque cuantitativo de las redes puede situarse, con muy pocas excepciones, a principios del nuevo milenio. En las décadas ochenta y noventa surgió en Italia un grupo pionero de historiadores sociales que usó el análisis de redes en el contexto de la microhistoria contemporánea, aunque las contribuciones con un contenido estadístico específico fueron escasas⁴. A finales de los noventa historiadores españoles como Pro⁵, Sánchez Balmaseda⁶ y Baena de Alcázar⁷ utilizaron el análisis de redes en sus estudios, y la revista *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales* dedicó un número monográfico en 2011 al *Análisis de redes e historia: herramientas, aproximaciones, problemas*.

⁴ Una amplia bibliografía sobre redes sociales, familiares, de patrocinio, de amistad y de crédito la recogieron principalmente dos revistas italianas: *Quaderni Storici* y *Meridiana*, a las que contribuyó muy activamente un grupo de historiadores contemporáneos formado por Angiolina Arru, Andreina De Clementi, Daniela Luigia Caglioti, Gabriella Gribaudo, Maurizio Gribaudo, Giovanni Levi y Franco Ramella. Las obras que recurrieron en el mismo periodo a esta metodología, pero utilizando análisis estadísticos, son las de Alberto Mario BANTI: *Terra e denaro. Una borghesia padana dell'Ottocento*, Venezia, Marsilio, 1989, y Francesco GÓMEZ y Sandro LOMBARDINI: «Reti di relazioni: metodi di analisi su una base di dati storici», *Quaderni storici*, 78 (1991), pp. 793-812.

⁵ Juan PRO: «Las élites de la España liberal: clases y redes en la definición del espacio social (1808-1931)», *Historia Social*, 21 (1995), pp. 47-69. Este artículo pasa de la crítica de los modelos basados en el análisis de clases o grupos socioprofesionales y la propuesta de focalización sobre las élites de la sociedad, sobre las conexiones entre individuos y, por tanto, sobre las redes resultantes de estas relaciones individuales, a la propuesta de una perspectiva de investigación nueva y original que muestra cómo las conexiones personales determinan la estratificación social.

⁶ Isabel SÁNCHEZ BALMASEDA: *Análisis de redes sociales e historia: una metodología para el estudio de redes clientelares*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 1995. La autora usa el ARS de forma innovadora en un estudio sobre redes de patrocinio.

⁷ Mariano BAENA DE ALCÁZAR: *Élites y conjuntos de poder en España, 1939-1992. Un estudio cuantitativo sobre parlamento, gobierno y administración, y gran empresa*, Madrid, Tecnos, 1999. El autor, a través de miles de personalidades políticas y económicas (parlamentarios, ministros, miembros de consejos de administración de grandes empresas...), comprueba la robustez de la red y la continuidad de algunas figuras durante el franquismo, la transición y el periodo socialista.

En resumen, el ARS se ha aplicado con éxito a investigaciones históricas y a campos y épocas diversas: historia antigua, medieval, moderna y contemporánea; arqueología; arte, e historia económica. Incluso limitando la atención sólo a las referencias incluidas en la página web historicalnetworkresearch.org⁸ se podría constatar que el uso del ARS se ha expandido desde el 2000 y que este crecimiento ha afectado a cada época en grado diferente (véase tabla 1). Sin duda la historia económica, debido a su afinidad con la economía, es su campo de aplicación natural y uno de los más fructíferos. La historia antigua y la arqueología también han hecho un uso significativo, mientras que el resto de las épocas alcanzan niveles medios más bajos de explotación por ahora.

TABLA 1
*Aplicación del ARS por campos de investigación histórica*⁹

<i>Campo</i>	<i>Hasta 1999</i>	<i>Después de 2000</i>	<i>Total</i>
Historia del arte	1	13	14
Historia económica	16	61	77
Historia antigua y arqueología	11	70	81
Historia medieval	5	26	31
Historia moderna	6	11	17
Historia contemporánea	9	33	42
Historia contemporánea tras la Primera Guerra Mundial	7	31	38
TOTAL	55	245	300

Fuente: Bibliografía de Historical Network Research, 15 de febrero de 2016.

Si nos centramos en los trabajos incluidos en el estudio de arriba (pero no sólo) y específicamente en aquellos que usan herramientas

⁸ Historical Network Research (HNR) (Investigación de Redes Históricas) es una plataforma de Internet creada con el objetivo de introducir y desarrollar el uso del análisis de redes entre los historiadores. También facilita bibliografía actualizada sobre redes históricas, aunque con una evidente tendencia a la literatura inglesa y alemana.

⁹ Basada en la periodización de la HNR, que considera que la historia antigua finaliza alrededor del año 500; la medieval, sobre el siglo XVI; la moderna, a principios del siglo XVIII, y la historia contemporánea, con la Primera Guerra Mundial, cuando comienza lo que los anglosajones llaman *contemporary history*.

formales de ARS en historia contemporánea se distinguen dos tipos de trabajos: unos metodológicos y otros de análisis históricos. Entre los primeros destacan los artículos que discuten la utilidad e idoneidad del ARS para la historia (Erikson, Wetherell, Lemercier...), si las redes deberían considerarse el punto de partida o de llegada de un análisis, el papel de las fuentes históricas a la hora de definir los datos relacionales o el significado de un evento en su posición dentro de una secuencia de eventos interrelacionados (lo que algunos historiadores de lengua inglesa llaman *casing*)¹⁰. Por otro lado, los análisis históricos son mucho más amplios y variados, por lo que es difícil elaborar una lista completa de referencias. Contemplan áreas que no siempre incluyen las revistas de historia (como se aprecia en las referencias citadas). Destacan, sobre todo, los estudios relacionados con el análisis de las elites (políticas o relacionadas con el poder económico de los bancos¹¹, de las grandes empresas¹², de diferen-

¹⁰ Algunas referencias útiles en orden cronológico y en diferentes idiomas pueden verse en Bonnie H. ERICKSON: «Social Networks and History. A Review Essay», *Historical Methods*, 30, 3 (1997), pp. 149-157; Charles WETHERELL: «Historical Social Network Analysis», *International Review of Social History*, 43 (1998), pp. 125-144; Peter BEAMAR, James MOODY y Robert FARIS: «Networks and History», *Complexity*, núm. especial *Networks and Complexity*, 8 (2002), pp. 61-71; Roger V. GOULD: «Use of Network Tools in Comparative Historical Research», en James MAHONEY y Dietrich RUESCHEMEYER: *Comparative Historical Analysis in the Social Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 241-269; Claire LEMERCIER: «Analyse de réseaux et histoire», *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2 (2005), pp. 88-112; Harrison C. WHITE: «Redes e historias», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 16, 1 (2009); Michel BERTRAND, Sandro GUZZI-HEEB y Claire LEMERCIER: «Introducción: ¿en qué punto se encuentra el análisis de redes en historia?», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 21, 1 (2011), y Claire LEMERCIER: «Formal Network Methods in History: Why and How?», en George FERTIG (ed.): *Social Networks, Political Institutions, and Rural Societies*, Turnhout, Brepols, 2011, pp. 281-310.

¹¹ Michelangelo VASTA y Alberto BACCINI: «Banks and Industry in Italy, 1911-1936: New Evidence Using the Interlocking Directorates Technique», *Financial History Review*, 4 (1997), pp. 139-159, y Marc BADIA *et al.*: «Redes sociales y negocios. La red de inversión del Banco de Barcelona en la economía catalana a mediados del siglo XIX», *Investigaciones de Historia Económica*, 9, 3 (2013), pp. 143-154.

¹² Alberto RINALDI y Michelangelo VASTA: «Banks and Industry in Italy, 1952-1972: New Evidence Using the Interlocking Directorates Technique», *Financial History Review*, 12 (2005), pp. 173-198; Marc BADIA *et al.*: «Centrality and Investment Strategies at the Beginning of Industrialisation in Mid-nineteenth-century Catalonia», *Business History*, 52, 3 (2010), pp. 493-525, y Josean GARRUÉS IRURZUN, Juan Antonio RUBIO MONDÉJAR y Salvador HERNÁNDEZ ARMENTEROS: «Empresarios

tes países¹³), pero también se utilizan en estudios comparativos¹⁴, de movimientos sociales¹⁵, de movimientos de mujeres¹⁶, historias de la comunidad o familia¹⁷, de migración¹⁸, de historia eclesiás-

y redes empresariales en la Andalucía contemporánea», *Revista de Historia Industrial*, 51 (2012), pp. 107-140.

¹³ Para las elites húngaras véase Károly BOZDONYI, Zsolt HORVATH y Zoltan KMETTY: «The Power Grid: The Social Network of the Hungarian Elite in the Socialist Era Based on Hunting Habits», *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft*, 23 (2012), pp. 185-228. Para las elites holandesas véase Maarten DUIJVENDAJK: «Social Networks and the Elite in North Brabant and Groningen, 1780-1910», en Pim KOOIJ y Richard PAPING (eds.): *Where the Twain Meets Again. New Results of the Dutch-Russian Project on Regional Development, 1750-1917, Historia Agriculturae*, 34 (2004), pp. 225-239.

¹⁴ Aldo MUSACCHIO e Ian READ: «Bankers, Industrialists, and their Cliques: Elite Networks in Mexico and Brazil during Early Industrialization», *Enterprise and Society*, 8, 4 (2007), pp. 842-880, y Erica SALVAJ y Andrea LLUCH: «A Comparative Study of Interlocking Directorates at the End of the Import-Substituting Industrialization Period in Argentina and Chile», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 23, 3 (2012).

¹⁵ Roger V. GOULD: «Multiple Networks and Mobilization in the Paris Commune, 1871», *American Sociological Review*, 56 (1991), pp. 716-729; id.: *Insurgent Identities: Class, Community, and Protest in Paris from 1848 to the Commune*, Chicago, University of Chicago Press, 1995, y Rachel STEVENSON y Nick CROSSLEY: «Change in Covert Social Movement Networks: The “Inner Circle” of the Provisional Irish Republican Army», *Social Movement Studies*, 13, 1 (2014), pp. 70-91.

¹⁶ Naomi ROSENTHAL *et al.*: «Social Movements and Network Analysis: a Case Study of Nineteenth-Century Women’s Reform in New York State», *American Journal of Sociology*, 90, 5 (1985), pp. 1022-1054; Naomi ROSENTHAL *et al.*: «Structural Tensions in the Nineteenth Century Women’s Movement», *Mobilization: An International Quarterly*, 2 (1997), pp. 21-46, y Nick CROSSLEY *et al.*: «Covert Social Movement Networks and the Secrecy-Efficiency Trade off: The Case of the UK Suffragettes (1906-1914)», *Social Networks*, 34, 4 (2012), pp. 634-644.

¹⁷ Charles WETHERELL, Andrejs PLAKANS y Barry WELLMAN: «Social Networks, Kinship, and Community in Eastern Europe», *The Journal of Interdisciplinary History*, 24, 4 (1994), pp. 639-663; Cristina MUNNO: «Prestige, intégration, parentèle: réseaux de parrainage dans un communauté ouvrier véniétienne (1834-1854)», *Annales de Démographie Historique*, 1 (2005), pp. 95-130; Hilde BRAS y Theo VAN TILBURG: «Kinship and Social Networks: a Regional Analysis of Sibling Relations in Twentieth-Century Netherlands», *Journal of Family History*, 32, 3 (2007), pp. 296-322; Grange CYRIL: «Les réseaux matrimoniaux intra-confessionnels de la haute bourgeoisie juive à Paris à la fin du XIXe siècle», *Annales de démographie historique*, 109 (2005), pp. 131-156; Sandro GUZZI-HEEB: «Kinship, Ritual Kinship and Political Milieus in an Alpine Valley in 19th Century», *The History of the Family*, 14, 1 (2009), pp. 107-123; Christine FERTIG: «Rural Society and Social Networks in Nineteenth-Century Westphalia: the Role of Godparenting in Social Mobility», *Journal of Interdisciplinary History*, XXXIX, 4 (2009), pp. 497-522, y Carola LIPP:

tica y religiosa¹⁹, y, finalmente, de análisis lingüístico de las fuentes históricas²⁰.

A diferencia de otras ciencias sociales, que suelen basarse en datos exhaustivos y estructurados, la investigación histórica, por norma general, usa información y datos que provienen de fuentes escasas y fragmentarias, lo que ha generado desconfianza sobre la oportunidad de usar el ARS. Sin embargo, esta limitación no debería disuadir de su uso, dado que los historiadores pueden beneficiarse de estas técnicas, incluso cuando la información accesible es incompleta o parcial. El uso de los conceptos y las normas formales del ARS ayuda a los investigadores, en las fases iniciales del análisis, a clarificar los términos, sujetos y objetivos de su estudio, y, consecuentemente, favorece la explicación y narración efectiva de los acontecimientos, ya sean resaltados por representaciones gráficas o respaldados por medidas estadísticas. Además, la inferencia estadística sobre redes (grafos aleatorios o redes bayesianas) podría añadir información útil para interpretar resultados²¹. Sin embargo, también es cierto que hay análisis históricos en los que la utilización del ARS no añade valor al trabajo. En este sentido, en lugar de simplemente sumarnos a los defensores o a los detractores del ARS, veamos los beneficios o inconvenientes de su uso en el marco específico de las investigaciones históricas. Empezaremos por recordar los

«Kinship Networks, Local Government and Elections in a Town in Southwest Germany, 1800-1850», *Journal of Family History*, 30, 4 (2005), pp. 347-365.

¹⁸ Enrico MORETTI: «Social Networks and Migrations: Italy, 1876-1913», *International Migration Review*, 33, 3 (1999), pp. 640-657; R. Darrell MEADOWS: «Engineering Exile: Social Networks and the French Atlantic Community, 1789-1809», *French Historical Studies*, 23, 1 (2000), pp. 67-102, y Yukari TAKAI: «The Family Networks and Geographic Mobility of French Canadian Immigrants in Early-Twentieth-Century», *Journal of Family History*, 26 (2001), pp. 373-394.

¹⁹ Matthieu BREJON DE LAVERGNÉE: «Sociabilités Catholiques. L'apport de l'analyse de réseaux à l'histoire religieuse», *Revue d'Histoire Ecclésiastique*, 104, 1 (2009), pp. 138-171, e id.: «Mythes politiques et analyse de réseaux», *Histoire & mesure*, XXIV, 1 (2009), pp. 157-188.

²⁰ Roberto FRANZOSI: «Mobilization and Counter-Mobilization Processes: from the "Red Years" (1919-1920) to the "Black Years" (1921-1922) in Italy: A New Methodological Approach to the Study of Narrative Data», *Theory and Society*, 26 (1997), pp. 275-304, y Peter S. BEARMAN y Katherine STOVEL: «Becoming a Nazi: A Model for Narrative Networks», *Poetics*, 27 (2000), pp. 69-90.

²¹ Adnan DARWICHE: *Modeling and Reasoning with Bayesian Networks*, Cambridge, Cambridge University Press, 2009.

conceptos principales del ARS y revisar de forma crítica las estadísticas descriptivas más útiles para la investigación.

Desde un punto de vista metodológico clasificaremos las herramientas del ARS de acuerdo con tres posibles estrategias de análisis: *i)* la posición de los actores en la red; *ii)* la cohesión de la red en su conjunto o con respecto a subconjuntos de actores en la red, e *iii)* la identificación de grupos o subgrupos específicos de actores como conglomerados, comunidades o bloques. En este contexto, evitaremos cualquier detalle técnico relativo a los aspectos matemáticos para facilitar la intuición y razonaremos la elección de estrategias de investigación específicas mediante el análisis por separado de los puntos *i)-iii)* ²².

Nociones básicas del ARS

Pasamos a presentar los principales conceptos y herramientas para un análisis cuantitativo en el ARS en el ámbito de la historia²³. Básicamente, el concepto de red social como estructura compleja de relaciones entre miembros de un sistema social presupone la existencia de dos entidades: «miembros» y «relaciones». En una investigación histórica, los miembros (o de forma equivalente los actores en la red) pueden ser objetos diferentes de análisis: individuos, familias, consejos de administración y también ciudades, puertos o palabras²⁴. Por tanto, las relaciones pueden repre-

²² Para libros de texto rigurosos sobre el ARS véase Stanley WASSERMAN y Katherine FAUST: *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, y Peter J. CARRINGTON, John SCOTT y Stanley WASSERMANN: *Models and Methods in Social Network Analysis*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.

²³ Dos libros útiles para este propósito son los de Robert A. HANNEMAN y Mark RIDDLE: *Introduction to Social Network Methods*, Riverside, University of California, 2005 (publicado en formato digital en <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>), que también es una guía de referencia útil para usuarios de Ucinet, y Shaaw GRAHAM, Ian MILLIGAN y Scott WEINGART: *Exploring Big Historical Data: the Historian's Microscope*, London, Imperial College Press, 2015.

²⁴ A veces, la identificación de los actores en la red plantea la cuestión de si la red está completa o no; no tener información acerca de nodos específicos no permite excluir la presencia de lazos o actores importantes en la red «verdadera». Por tanto, las redes observadas deberían ser consideradas más bien como redes mues-

sentar parentescos, matrimonios, consejos directivos interrelacionados, flujos migratorios, rutas de navegación o simplemente frases asociadas, ya que las relaciones en la investigación histórica no son necesariamente «sociales» o «personales»²⁵, sino que también pueden expresar conexiones físicas, tal como ocurre con la ruta de un barco entre dos puertos o la venta de terrenos entre vendedor y comprador en un acto notarial.

Definir una relación es el paso más delicado en la construcción de redes: los lazos deben estar claramente especificados en lo que respecta a su naturaleza y significado, el momento en el que ocurren y su duración, distinguiendo las conexiones reales de las atribuciones basadas en suposiciones. En cualquier caso, la forma en la que están codificados debe estar claramente indicada, sin ambigüedades. Por ejemplo, ¿debe una pareja «vinculada» por una relación civil, un matrimonio o un divorcio ser tratada de forma similar? o ¿es la presencia de nombres dentro de los mismos estatutos de asociación suficiente para valorar una interacción efectiva entre individuos? En casos similares los datos relacionales requieren información cualitativa previa a un análisis cuantitativo. Los datos de fuentes epistolares merecen especial atención, dado que podrían constituir una fuente documental única para las interacciones directas entre actores; sin embargo, las «interacciones» podrían resultar difíciles de explorar si los archivos sólo conservaran los documentos recibidos, pero no las copias de los enviados²⁶. Por otra parte, las conexiones más cercanas podrían ser difíciles de trazar

treadas, que requieren técnicas que van más allá de las estadísticas descriptivas. Dentro de la línea metodológica del ARS en historia se puede encontrar una discusión sobre las relaciones de los actores en su trayectoria histórica y la funcionalidad que cada uno de ellos desarrolla en la estructura social a la que pertenece. Véase Carmen Imelda GONZÁLEZ GÓMEZ y Manuel BASALDÚA HERNÁNDEZ: «La formación de redes sociales en el estudio de actores y familias. Perspectiva de estudio en historia y antropología», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 12, 8 (2007).

²⁵ Aun dentro del método metodológico del ARS en historia, el papel que desempeña un proceso social dentro, desde y en torno a redes de pares de relaciones es discutido por Harrison C. WHITE: «Redes e historia», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 16, 1 (2009).

²⁶ José María IMÍZCOZ y Lara ARROYO: «Redes sociales y negocios. Del análisis cualitativo de las relaciones personales a la reconstrucción de redes egocentradas», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 21, 4 (2011).

debido a que las cartas se escriben generalmente a personas geográficamente distantes.

El tiempo es otra cuestión muy sensible en las redes; muchas representan imágenes estáticas de relaciones entre actores en un momento exacto en el tiempo. Sin embargo, las redes verdaderas subyacentes a menudo hacen referencia a procesos dinámicos que evolucionan y cambian en el tiempo. En particular, esto es especialmente cierto en historia cuando se llevan a cabo análisis diacrónicos. Se pueden aplicar múltiples soluciones: *a)* se agregan todos los datos en una gran red que represente todo el espacio de tiempo; *b)* se construye la red a lo largo del tiempo, creando instantáneas que incluyan el momento presente y todos los del pasado (dado que cada una de las subsiguientes instantáneas incluye varios detalles referidos a cada momento, la red cambia a lo largo del tiempo); *c)* se crea una ventana temporal deslizante y se analizan las instantáneas secuencialmente de tal forma que cada una de ellas sólo contenga datos de una ventana. Cada una de las soluciones tiene ventajas e inconvenientes y los historiadores deben ponderarlas para decidir cuál se ajusta mejor a su investigación.

Otra cuestión crucial es que las redes obtenidas de diferentes contextos, aunque tengan estructuras idénticas, podrían requerir interpretaciones diferentes, pues la forma en que se ha creado una red influye sobre cómo debería ser interpretada y analizada. En la investigación histórica, las redes se pueden obtener, bien de contextos que crean lazos objetivos (caso de los remitentes y destinatarios de cartas, de la ciudad de partida y la ciudad de llegada de emigrantes...) o se pueden derivar de atribuciones subjetivas de conexiones (caso de los consejos directivos interrelacionados). No obstante, dado que los límites entre estos dos tipos de redes no siempre están claramente definidos, requieren una especial precaución.

Los miembros o actores se denominan «*nodos*» (o vértices) y las relaciones son «*uniones*» (o aristas, vínculos); estos están representados a través de «*grafos*», en los que las líneas que conectan dos nodos indican la presencia de una relación entre ellos y los nodos aislados muestran la ausencia de relaciones. La misma información binaria está contenida en forma de matriz en la «*matriz de adyacencia*», en la que cada elemento (1 o 0) representa la presencia o ausencia de unión respectivamente (imagen 1). La dualidad de las relaciones entre pares de actores determina la simetría de la matriz de adyacencia.

En un grafo importa su morfología: la estructura indica qué vértices están conectados con otros, pero la presentación es importante por su facilidad de interpretación. En la práctica, diferentes dibujos podrían representar la misma red, pero, en función de la cuestión específica abordada, una presentación podría ser más adecuada y más fácil de entender que otras. Por tanto, la posición de un vértice o nodo podría o no estar relacionada con su importancia en la red. De ahí que los nodos centrales en la presentación no tienen que ser necesariamente centrales en términos de importancia y viceversa.

Los grafos estándares representan un tipo de relación cada vez, pero su definición podría ampliarse para tener en cuenta múltiples tipos de relaciones mediante el uso de *redes multiplexadas* (imagen 1) en las que se representan múltiples tipos de aristas por medio de líneas paralelas entre los nodos que participan en las relaciones. Por ejemplo, en una red de investigación dos actores podrán estar vinculados, bien porque sean colegas, o bien porque sean parientes (Marie y Pierre Curie). Sin embargo, dado que las redes multiplexadas son más difíciles de tratar, en la práctica las diferentes relaciones son analizadas de forma individual la mayoría de las veces²⁷.

Las características de los nodos y las aristas relevantes para el análisis pueden ser tenidas en cuenta por medio de «*atributos*» asociados a los nodos y las aristas (por ejemplo, al estudiar consejos directivos interrelacionados se pueden asociar atributos numéricos a cada arista para que sea proporcional al número de individuos presentes en dos consejos al mismo tiempo). Los atributos dados a las aristas se denominan «*ponderaciones*» (o *fuera*) y producen una matriz de adyacencia ponderada (cuyas entradas generalizan los elementos binarios más simples en función de la ausencia o presencia de uniones). Los grafos multiplexados pueden reducirse a grafos estándares asignando tantos atributos lógicos

²⁷ Por ejemplo, en el artículo de David SNYDER y Edward KICK: «Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955-1970: A Multiple-Network Analysis of Transnational Interactions», *American Journal of Sociology*, 84, 5 (1979), pp. 1096-1126, los autores presentan un modelo de bloques del sistema mundial (aproximadamente en 1965) que se basa en cuatro tipos de redes internacionales: flujo mercantil, intervenciones militares, relaciones diplomáticas y membresía conjunta en tratados.

(verdadero o falso) como relaciones a cada una de las aristas que conecta los nodos correspondientes.




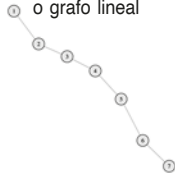


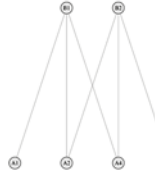

En algunos análisis históricos un aspecto importante de las relaciones lo constituye la direccionalidad. En este caso, las conexiones entre actores se llaman «*arcos*» y una flecha en el grafo indicará la dirección de la relación entre los nodos de salida y los de entrada (en caso de reciprocidad, las uniones se representan con flechas de doble punta); los bucles (*self-loops*) se producen cuando los arcos empiezan y terminan en el mismo nodo. En grafos dirigidos, el papel de los vértices de entrada y salida no suele ser simétrico: los nodos desde los cuales se originan las uniones se llaman a veces predecesores (o emisores), mientras que los destinatarios son sucesores (o receptores). Consiguientemente, la matriz de adyacencia ya no es simétrica, su grafo se denomina *digrafo* (imagen 1).

Finalmente, cuando se quiere analizar la perspectiva de un actor específico en la red se emplean las *redes egocentradas*: «ego» es el nodo central y «*k-vecindad*» es el conjunto del ego y todos los nodos, más las uniones, con los que un ego tiene una conexión a una distancia k (k es el número de uniones necesarias para que dos actores estén conectados).

Los datos relacionales producen estructuras topológicas y los análisis cuantitativos se centran en ellas. Para un determinado conjunto de nodos existen diferentes estructuras de red, posibles en función del número (y la direccionalidad) de las uniones. Dos casos extremos, aunque simples, consisten en que todos los actores están desconectados (los nodos están *aislados*), o lo contrario, todos los nodos están conectados entre sí (el grafo está *completo*). Los subgrupos de nodos conectados mutuamente entre sí se llaman «*cliques*» (imagen 1). Las cliques se construyen sobre la base de díadas (uniones entre dos nodos) y tríadas (uniones entre tres nodos). A medida que se incrementa el número de conexiones entre actores, la red es más densa; en caso contrario, surge un grafo disperso. Los grupos densos de nodos que aún no constituyen una clique, porque faltan algunas uniones, se llaman *comunidades*. Las partes de una red con todos los nodos conectados se denominan *componentes* (un grafo sin nodos aislados se compone de un único componente). Un nodo que incrementa el número de componentes es un *nodo de corte* o *intermediario* (imagen 1), mientras que una línea que conecta dos componentes en un *punte*.

IMAGEN 1

Diferentes tipo de redes con sus matrices de adyacencia correspondientes

<p>Grafo no direccionado</p>  $A = \begin{bmatrix} 0100010 \\ 1010100 \\ 0101110 \\ 0010110 \\ 0111010 \\ 1011100 \\ 0000000 \end{bmatrix}$ <p>A es simétrica {1,2,3,4,5,6} componentes principales {7} nodo o vértice aislado {3,4,5,6} clique</p>	<p>Grafo estrella</p>  $A = \begin{bmatrix} 0111111 \\ 1000000 \\ 1000000 \\ 1000000 \\ 1000000 \\ 1000000 \\ 1000000 \end{bmatrix}$ <p>A es simétrica Red de máxima centralización</p>	<p>Grafo anillo</p>  $A = \begin{bmatrix} 0100001 \\ 1010000 \\ 0101000 \\ 0010100 \\ 0001010 \\ 0000101 \\ 1000010 \end{bmatrix}$ <p>A es simétrica</p>	<p>Grafo línea o grafo lineal</p>  $A = \begin{bmatrix} 0100000 \\ 1010000 \\ 0101000 \\ 0010100 \\ 0001010 \\ 0000101 \\ 0000010 \end{bmatrix}$ <p>A es simétrica</p>
<p>Digrafo o grafo dirigido</p>  $A = \begin{bmatrix} 010001 \\ 101010 \\ 000110 \\ 000001 \\ 000000 \\ 100000 \end{bmatrix}$ <p>A es asimétrica {6} contiene un bucle</p>	<p>Digrafo ponderado</p>  $A = \begin{bmatrix} 00020 \\ 10060 \\ 00042 \\ 00480 \\ 00020 \end{bmatrix}$ <p>A es una matriz de adyacencia ponderada A es asimétrica {4} es un vértice o nodo de corte</p>	<p>Grafo bipartito</p>  $A = \begin{bmatrix} 000010 \\ 000011 \\ 000001 \\ 000011 \\ 110100 \\ 011100 \end{bmatrix}$ <p>Dos grupos de vértices (A y B) A es una submatriz simétrica</p>	<p>Multigrafo</p>  $A_{continua} = \begin{bmatrix} 010000 \\ 001000 \\ 000000 \\ 000001 \\ 010000 \\ 010000 \\ 000000 \end{bmatrix}$ $A_{discontinua} = \begin{bmatrix} 000000 \\ 100010 \\ 000000 \\ 000000 \\ 100000 \\ 000001 \\ 000000 \end{bmatrix}$ <p>Dos tipos de relaciones en dos matrices adyacentes</p>

Las aristas sencillas que conectan dos grupos que sin ellas estarían aislados y desconectados representan un *lazo débil*²⁸, lo que significa que el vínculo entre ellas podría romperse fácilmente (por ejemplo, en una historia familiar, un tío soltero distanciado sería un lazo débil). En las redes ponderadas, estas aristas se caracterizan por tener un peso muy bajo. Los actores situados en una intersección de dos o más comunidades, que sin ellos estarían desconectadas, ocupan un *agujero* o *bueco estructural* en la red. Dado que las conexiones son esenciales en las redes, una de las medidas principales a considerar es el «grado nodal», es decir, el número de vínculos que conecta un determinado nodo con otros (*nodos adyacentes*). En el caso de un grafo dirigido, el grado es la suma del *grado de entrada* y el *de salida*, teniendo en cuenta si el nodo es receptor o emisor dentro de la relación. El grado varía entre el 0 (en el caso de nodos aislados) y el tamaño de la red menos 1, siendo el *tamaño* el número total de nodos. A veces, un nodo con un grado muy alto recibe la denominación de *hub* (y también de nodo intermediario)²⁹. Cuando las aristas tienen ponderaciones es posible considerar su fuerza y ampliar el concepto de grado nodal, que simplemente cuenta conexiones, para definir la *fuerza nodal*, que es la suma de los pesos asociados a los lazos que afectan a ese nodo.

«La densidad» se define como ratio del número de aristas presentes en la red en relación con el número total de aristas posibles si la red estuviera completa. Resume la actividad general en la red. Este indicador varía entre 0 (todos los nodos aislados) y 1 (grafo completo). Los valores bajos indican grafos dispersos, mientras que los valores altos denotan grafos densos. La densidad es una herramienta útil para comparar diferentes redes en términos de conecti-

²⁸ En el artículo de Mark S. GRANOVETTER: «The Strength of Weak Ties», *American Journal of Sociology*, 78, 6 (1973), pp. 1360-1380, las aristas se clasifican en función de su peso y se discuten las consecuencias que tienen en los procesos de difusión de información.

²⁹ Uno o unos pocos nodos centrales dominan las redes muy centralizadas. Cuando se retiran estos nodos, la red se fragmenta en varios componentes. Por tanto, un nodo muy central puede ser considerado un punto único de fallo. Dado que una red centrada alrededor de un *hub* profundamente conectado puede fallar de forma abrupta si se retira el *hub*, un *hub* es un nodo de corte y un intermediario. Por lo general, los *hubs* son nodos con alto grado nodal y alta centralidad de intermediación (véase más adelante).

vidad global, dado que es equivalente a la media normalizada de lazos mantenidos por cada nodo en la red.

Estrategias de investigación basadas en el ARS

Los análisis cuantitativos³⁰ sobre redes se basan fundamentalmente en tres estrategias posibles que examinan: *i*) la posición de los actores en la red; *ii*) la cohesión de la red en su conjunto o con respecto a subconjuntos o actores en la red, e *iii*) la identificación de grupos específicos como conglomerados, comunidades o bloques.

Posición del actor

Con respecto a la posición, una tarea importante en la investigación histórica es la identificación de los actores más activos o mejor conectados en la red. Estos «nodos influyentes» pueden tener diferente importancia dependiendo del contexto analizado si tratamos del control político (en el ahora clásico ejemplo de Padgett y Ansell³¹ referente al poder de la familia Medici en Florencia y el rol preeminente de Cosme), o si analizamos el mejor comportamiento de ayuda (según la obra de Düring³² sobre los refugiados judíos en el Tercer Reich). Esencialmente las medidas

³⁰ Para definiciones formales y detalles analíticos sobre todos los índices y estadísticas descritos en estas secciones véanse las referencias de la nota 23 *supra*.

³¹ John F. PADGETT y Christofer K. ANSELL: «Robust Action and the Rise of The Medici, 1400-1434», *The American Journal of Sociology*, 98, 6 (1993), pp. 1259-1319. Los autores usan una red basada en diferentes datos relacionales que incluyen lazos familiares, redes económicas y de patrocinio en Florencia para mostrar que el poder político de los Medici se reflejaba a través de su posición, que abarcaba una serie de componentes, que de otra forma estarían desconectados, entre las familias de la elite en aquel momento.

³² Marten DÜRING: «The Dynamics of Helping Behavior for Jewish Refugees During the Second World War. The Importance of Brokerage», en Marcus GAMPER, Linda RESCHKE y Marten DÜRING (eds.): *Knoten und Kanten: soziale Netzwerkanalyse in Geschichts- und Politikwissenschaften*, Bielefeld, Transcript, 2015, pp. 321-338. El autor analiza los efectos de red de personas que ayudaron a judíos a esconderse de los nazis y examina las interacciones entre los que ayudan y los que reciben la ayuda partiendo de seis estudios de casos berlineses.

para abordar esta cuestión se basan en dos conceptos: *la centralidad*, para los datos relacionales no dirigidos, y *el prestigio*, para los dirigidos. En este último caso, el prestigio se centra en las relaciones de entrada de los nodos.

Entre las calificaciones de centralidad, la más común es el «*grado de centralidad*». Según el enfoque de Freeman³³, los actores que poseen más conexiones tienen mayor probabilidad de ser poderosos porque influyen en los otros actores de la red de manera más directa. El grado de centralidad de cada nodo resulta simplemente del grado nodal asociado al mismo (para grafos dirigidos, ya sea el grado de entrada o el de salida). Aunque el mismo grado convierte a los actores en cuantitativamente igual de importantes, no tienen por qué ser necesariamente iguales. De hecho, actores adyacentes podrían tener importancias diferentes o roles diversos.

Siguiendo esta idea, Philip Bonacich propuso modificar el concepto conocido como «*centralidad de vector propio*» («*eigenvector*» o *poder*), apropiado también para los contextos históricos³⁴. Para él, la centralidad depende del número de conexiones que tiene un actor y, adicionalmente, del número de conexiones que tienen sus actores adyacentes. El poder proviene de estar conectado a aquellos que no tienen poder (es decir, con escasas conexiones con otros), porque su dependencia será más fuerte debido a la falta de relaciones alternativas. De esta forma, el poder y la centralidad de cada actor dependerán del poder de cada uno de los otros actores. Para calcular este índice se requiere un factor de atenuación que exprese el efecto de las conexiones vecinas sobre el poder del ego. Los valores positivos del factor de atenuación (entre 0 y 1) confieren poder al hecho de estar conectado a vecinos con más conexiones, reforzando la idea de grado de centralidad. Por el contrario, un factor de atenuación con valor negativo se corresponde con una dependencia de un ego; así, cuando los actores adyacentes a un ego no

³³ Linton FREEMAN: «Centrality in Social Networks Conceptual Clarification», *Social Networks*, 1, 3 (1979), pp. 215-239.

³⁴ Philips BONACICH: «Power and Centrality: A Family of Measures», *American Journal of Sociology*, 92, 5 (1987), pp. 1170-1182. Esta medida del *eigenvector* es utilizada, por ejemplo, por Laura C. DEL VALLE y Juan M. C. LARROSA: «Cabildo Elite Network as a Structure of Political Power in Colonial Buenos Aires», 2015, disponible en <http://ssrn.com/abstract=2626859> y en <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2626859>.

tienen muchas conexiones, los vecinos probablemente dependerán del ego y lo hacen más poderoso.

Algunos enfoques consideran la «*centralidad de cercanía*», centrándose en la distancia de un actor con el resto de la red, expresada en términos de *camino* o *trayectoria* (*path*). Dependiendo del significado exacto de la palabra «cercano» se podrán definir diferentes medidas. La más común, basada en el concepto de «lejanía», es la *distancia del camino geodésico*, es decir, la suma de las distancias del camino más corto de un ego desde el resto de los nodos. En las redes dirigidas se deben calcular por separado la cercanía y la lejanía para emisores y receptores. Otras medidas tienen en cuenta todos los caminos y no sólo las distancias geodésicas. Debe tenerse en cuenta que el enfoque basado en la distancia del camino geodésico, sumando todas las distancias en un valor, es lamentablemente incapaz de distinguir entre circunstancias opuestas, que se corresponden con nodos *centrados localmente* o *centrados globalmente*. El primer caso se da cuando un nodo sólo está muy cerca de un conjunto pequeño, pero bastante cercano, dentro de una gran red; el segundo se da cuando un nodo está moderadamente distante de todos los demás en una red. También la *centralidad de alcance* se basa en el concepto de distancia, al tener en cuenta la cercanía de un actor respecto a todos los demás en términos de qué parte de todos los demás egos pueden ser alcanzados en un paso, dos pasos, tres pasos, etcétera.

Otra medida (aunque sólo para redes no dirigidas) se basa en la «*centralidad de intermediación*» de Freeman. Esta medida considera que un actor está en una posición favorecida si se sitúa sobre el camino geodésico entre otros pares de actores. Es decir, cuantos más actores dependan de que un determinado nodo esté conectado a otros actores, más poder tendrá ese nodo. Sin embargo, si dos actores están conectados por más de un camino geodésico y un nodo no está en todos ellos, pierden parte de su poder. Resumiendo, la proporción de veces que cada uno de los actores se encuentra entre otros actores proporciona la medida de centralidad del actor. El valor de intermediación es cero cuando no hay ningún vínculo o cuando un vínculo existente no forma parte de ningún camino geodésico. La centralidad de intermediación puede emplearse para identificar jerarquías en un conjunto de relaciones y localizar nodos subordinados. Estos últimos son, de hecho, los

nodos con un grado de centralidad de intermediación igual a cero. Retirando estos actores del grafo iterativamente se obtiene la llamada *reducción jerárquica*, que repetida hasta agotar el grafo produce un mapa de los niveles de la jerarquía. Cuando se tienen en cuenta todos los caminos (no sólo los geodésicos) se obtiene la *centralidad de flujo*, que consiste en la relación entre éstos y el número total de caminos que no afectan al actor. Pero su cálculo es muy engorroso para redes grandes.

Concluyendo, en función de los objetivos específicos se deberá dar énfasis a uno u otro aspecto de las ventajas posicionales que se derivan de los diferentes conceptos de centralidad. Desde una perspectiva de redes, la centralidad y el poder de actores concretos nunca son atributos individuales, sino que se derivan de las relaciones con otros nodos, y todos juntos contribuyen a determinar el alto o bajo nivel de poder de la red en su conjunto. El poder proviene de ocupar posiciones ventajosas y son tres las posiciones que comúnmente se consideran fuentes de ventajas: grado alto, cercanía alta e intermediación alta. En estructuras sencillas (como las redes tipo estrella, línea y anillo; véase ilustración 1), estas ventajas facilitan clasificaciones similares de centralidad nodal, identificando como actores más centrales a los mismos nodos. Sin embargo, en redes complejas podrían surgir discrepancias en la clasificación y, por tanto, deberán ser interpretadas con cuidado³⁵.

Finalmente, el rol del actor podría ser examinado observando la morfología de la red para identificar estructuras homólogas. Existen tres tipos de equivalencias (en orden de demanda decreciente): *equivalencia estructural*, *automórfica* y *regular*. La equivalencia estructural se produce cuando dos actores están conectados en la misma forma a los otros actores individuales en la red (por ejemplo, en un árbol genealógico, dos hijas de los mismos padres). La equivalencia automática se da cuando dos actores no están vinculados a los mismos otros actores, pero están integrados de la misma forma a otros actores individuales de la red

³⁵ Marten DÜRING: «How Reliable Are Centrality Measures for Data Collected from Fragmentary and Heterogeneous Historical Sources? A Case Study», en Tom BRUGHMANS, Anna COLLAR y Fiona COWARD (eds.): *The Connected Past: Challenges to Network Studies in Archaeology and History*, Oxford, Oxford Publishing, 2016, pp. 85-102.

(por ejemplo, dos hijas de diferentes parejas de padres). La equivalencia regular ocurre cuando dos actores tienen el mismo perfil de vínculos de acuerdo con el rol que un actor tiene con respecto a los ocupantes de otros roles dentro de la red (por ejemplo, hijas y madres). Finalmente, sobre las redes se pueden realizar análisis estadísticos inferenciales tales como la regresión de posiciones de actores basada en atributos³⁶. Sin embargo, dado que requiere inevitablemente formalización, no es apropiada la descripción en este contexto.

Cohesión general de la red

En lo que respecta a la cohesión de la red, las «estadísticas descriptivas de resumen» calculadas para cada una de las medidas de centralidad son informativas. Su localización junto con algunas medidas de variabilidad ayuda a valorar el nivel de los vínculos en general y la medida en que la población es homogénea en posiciones estructurales. Por supuesto, indicadores adicionales como mínimos, máximos y cuartiles proveen detalles igual de útiles. Entre las estadísticas descriptivas de redes está el «diámetro» de una red, es decir, la distancia geodésica más larga presente en la red, que indica su compacidad en el conjunto en términos de cuántos pasos son necesarios para ir de un lado al otro de la red. Sin embargo, para los historiadores, el diámetro encierra el riesgo de representar un índice artificial, dado que se obtienen valores subestimados siempre que la red no esté completa debido a la posible escasez de fuentes.

A efectos de valorar el grado de centralización de una red, la «medida de centralización de grafo»³⁷ de Freeman es bastante útil.

³⁶ Por ejemplo, para la mayoría de las relaciones sociales la probabilidad de una relación es una función de los atributos individuales y su «espacio social». Las conexiones a menudo ocurren con más probabilidad entre actores homofílicos que comparten perfiles similares que entre actores que no los comparten. Véase Peter D. HOFF, Adrian E. RAFTERY y Mark S. HANDCOCK: «Latent Space Approaches to Social Network Analysis», *Journal of the American Statistical Association*, 97, 460 (2002), pp. 1090-1098, donde se revisa la red de los Medici precisamente teniendo en cuenta estas consideraciones.

³⁷ Véase nota 3 *supra*.

Parte de la idea de que un actor es más central y poderoso cuando todos sus nodos adyacentes están conectados a través de vínculos exclusivos (como en el grafo estrella). Este índice evalúa la variabilidad en los grados de los actores en una red observada en relación con la variabilidad de una red estrella del mismo tamaño.

Otra herramienta de análisis es la «*distribución de grado*», que supone una lista ordenada de los grados de todos los nodos en la red, a ser posible representados en un gráfico. Se usa para inspeccionar cómo los grados nodales caracterizan la red³⁸. En la mayoría de las redes reales a menudo emergen unos cuantos nodos *hub* con un número enorme de aristas; algunos tienen un número moderado de aristas, pero la mayoría de los nodos están escasamente conectados con los demás. Por lo general, el resultado es una distribución de grado de larga cola llamada *libre de escalas* o *de ley de potencia*.

Análisis más profundos basados en la inferencia estadística se pueden llevar a cabo para comprobar y comparar el valor de una densidad (o la fuerza media del vínculo en grafos ponderados) observada en una red con valores hipotéticos. Al hacerlo, los datos relacionales son considerados resultados estocásticos de procesos subyacentes de evolución de la red y acciones probabilísticas de actores integrados en ella.

Agrupación de actores

En este apartado veremos en qué medida los actores definen o constituyen grupos, pues una función común del ARS es la del «*conglomerado*» (*clustering*), con un doble objetivo:

a) Medir el grado en el que un grafo representa conglomerados mediante el examen de la vecindad local de un actor, calculando su correspondiente densidad (excluyendo el ego). El grado de conglomerado se determina como una media de todas las densi-

³⁸ En la obra de Laura C. DEL VALLE y Juan M. C. LARROSA: «Cabildo Elite Network as a Structure of Political Power...», los autores usan las distribuciones de grado de individuos y familias del municipio para comparar sus estructuras de red en el Cabildo de Buenos Aires entre 1776 y 1810.

dades de la vecindad. Se debe tener en cuenta que las redes grandes y de la vida real a menudo exhiben un patrón estructural similar, el llamado *fenómeno del mundo pequeño*³⁹. En la práctica, a pesar del gran tamaño de las redes, la distancia geodésica media entre dos nodos cualesquiera es relativamente corta (el *fenómeno de seis grados de separación* es un ejemplo)⁴⁰, y una proporción muy alta del número total de vínculos está agrupada en vecindades locales. Cualquier nodo tiene su «coeficiente de agrupación local», que expresa el grado en el que los vecinos de un nodo son vecinos entre sí. Como resultado, los nodos con coeficientes bajos conectan a comunidades separadas y los nodos con coeficientes altos, no. Los coeficientes de conglomerados locales se calculan como ratios entre el número de vínculos entre vecinos de un determinado nodo y el número de vínculos posibles entre sus vecinos⁴¹.

b) Buscar conjuntos de actores que sean lo más similares o cercanos posibles⁴². Esto requiere ordenar los nodos en función de matrices métricas o de distancia. Se encuentran ejemplos en los algoritmos de conglomerados jerárquicos para buscar comunidades en redes⁴³, que tienen el objetivo de detectar grupos de actores dentro de los cuales las conexiones son densas y grupos con conexiones dispersas. Por lo general, los árboles jerárquicos (o *den-*

³⁹ Duncan J. WATTS: «Networks, Dynamics, and the Small-World Phenomenon», *American Journal of Sociology*, 105, 2 (1999), pp. 493-527.

⁴⁰ Una aplicación a la historia antigua en Diane H. CLINE: «Six Degrees of Alexander: Social Network Analysis as a Tool for Ancient History», *Ancient History Bulletin*, 26 (2012), pp. 59-69.

⁴¹ Por ejemplo, en una red de investigación un coeficiente individual indica el número de sus colegas que son colegas entre sí, dividido entre el número total de colaboraciones posibles entre pares de sus colegas.

⁴² Un innovador trabajo sobre equivalencia estructural con procedimientos estadísticos de modelado de bloques y conglomerados en François LORRAIN y Harrison C. WHITE: «Structural Equivalence of Individuals in Social Networks», *The Journal of Mathematical Sociology*, 1, 1 (1971), pp. 49-80.

⁴³ Para una aplicación a datos históricos véase Linton C. FREEMAN: «Finding Social Groups: A Meta-Analysis of the Southern Women Data», en Ronald BREIGER, Kathleen CARLEY y Philippa PATTISON (eds.): *Dynamic Social Network Modeling and Analysis: Workshop Summary and Papers*, Washington DC, National Research Council, The National Academies, 2002, pp. 39-97. Para un estudio sobre algoritmos véase Steve HARENBERG *et al.*: «Community Detection in Large-Scale Networks: A Survey and Empirical Evaluation», *WIREs Computational Statistics*, 6 (2014), pp. 426-439.

drogramas) representan el resultado de la conglomeración. Las estructuras jerárquicas representadas en dendogramas (como los árboles genealógicos) implican un único *nodo raíz* que se ramifica en varios *nodos hijos*; éstos, a su vez, tienen más nodos hijos llamados *nodos hojas*.

Otra técnica de ARS ampliamente extendida es el «*modelado de bloques*», un método basado en matrices algebraicas para clasificar los actores en posiciones equivalentes conjuntas. Su objetivo es la reducción de redes grandes e ilegibles a estructuras menores y más comprensibles que puedan ser interpretadas con facilidad⁴⁴. Este modelo se basa en la idea de que los actores de una red pueden ser agrupados en función del grado en que son equivalentes (en términos de una de las definiciones previamente indicadas). En general, y eso no es ninguna sorpresa, diferentes definiciones de equivalencia conducen a diferentes particiones. En el modelo de bloques hay que mencionar las *estructuras «centro-periferia»*⁴⁵, dirigidas a identificar los nodos centrales densamente conectados y los nodos periféricos con conexiones dispersas. Nodos centrales son aquellos bien conectados con nodos periféricos, mientras que estos últimos no están conectados con la mayoría de los nodos centrales o entre sí. Por tanto, un nodo pertenece a un núcleo únicamente si está bien conectado tanto con nodos centrales como con periféricos. Una estructura de núcleo destaca en una red no sólo porque está densamente conectada, sino también porque tiende a ser central respecto a la red (por ejemplo, en términos de caminos cortos).

Finalmente, los métodos para la búsqueda de grupos incluyen el análisis factorial. Aplicado preferentemente a datos con valores, dado que con datos binarios puede dar lugar a errores, el análisis factorial busca estructuras ocultas o latentes del espacio actor-evento y después mapea tanto los actores como los eventos en el

⁴⁴ El modelado de bloques se aplica con éxito en el ejemplo clásico de la red de los Medici analizada por John F. PADGETT y Christofer K. ANSELL: «Robust Action and the Rise of The Medici...», pp. 1259-1319.

⁴⁵ Esta metodología es tratada por Stephen P. BORGATTI y Martin G. EVERETT: «Models of Core/Periphery Structures», *Social Networks*, 2 (1999), pp. 375-395. Un ejemplo histórico puede verse en David SNYDER y Edward KICK: «Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955-1970...», pp. 1096-1126.

espacio concernido. Este análisis exploratorio se implementa habitualmente manipulando la matriz adyacente (o matrices basadas en el actor o el espacio del evento, como la matriz de correlación calculada en las filas o columnas de la matriz de adyacencia). A veces, las dimensiones abstractas pueden ayudar a localizar grupos de actores y eventos que están relacionados, aunque a menudo los subgrupos cohesionados más influyentes acaban siendo los ya identificados por propiedades topológicas de la red.

Los métodos de identificación de patrones en los datos se benefician de «los grafos de dos modos» (o grafos bipartitos), que hacen referencia a un tipo de red particular con dos conjuntos de nodos en los que los vínculos sólo se establecen entre nodos pertenecientes a conjuntos diferentes (individuos y afiliaciones, miembros de una junta directiva y sus empresas, autores y documentos...). La transformación de una red bipartita en una red monopartita se llama *proyección*. Una red bipartita puede ser proyectada a más de una red monopartita, por tanto, las proyecciones deben utilizarse con cuidado; la información sobre estructuras bipartitas desaparece de una manera u otra después de la proyección y se deberán considerar métodos *ad hoc*⁴⁶.

Generalizando esta idea, los grafos pueden ser *multimodales* o *k-partitos*. Al igual que los grafos bipartitos, los nodos de grafos *k-partitos* sólo admiten conexiones con nodos pertenecientes a otras categorías, pero no del mismo tipo (por ejemplo, un conjunto de actores para comerciantes y uno para compradores, más un conjunto de eventos para mercados y uno para productos). Estas redes son especialmente útiles en una fase inicial del análisis histórico, pero su complejidad debe reducirse inevitablemente a través de proyecciones significativas si se quieren usar procedimientos implementados dentro de la mayoría de los paquetes de aplicaciones informáticas de redes.

⁴⁶ Véase Matthieu LATAPY, Clemence MAGNIEN y Nathalie DEL VECCHIO: «Basic Notions for the Analysis of Large Two-Mode Networks», *Social Networks*, 30 (2008), pp. 31-48.

Conclusiones

En este artículo se han revisado las herramientas del ARS más útiles para investigar datos relacionales históricos, pues, en los últimos años, el interés por los análisis cuantitativos se ha sumado a los estudios cualitativos más habituales en el estudio de las redes en historia. Aunque el debate sobre la utilidad de procedimientos formales basados en las propiedades matemáticas sigue abierto, la investigación histórica puede beneficiarse de estas técnicas si se usan de forma apropiada y el contexto lo permite.

Los datos relacionales deben ser tratados con cautela en las redes históricas, dado que los vínculos, más allá de su valor numérico, tienen una dimensión cualitativa que siempre tiene que ser tenida en cuenta para explicar los resultados. Los análisis cuantitativos deberían ir siempre acompañados de análisis cualitativos para poder interpretar de forma provechosa los resultados de red. La calidad de los datos relacionales influye indudablemente en los análisis de redes y condiciona claramente los resultados. Por supuesto, la escala social a la que hace referencia la investigación es importante, así las elites son más fáciles de representar, dado que están restringidas y tienden a dejar más rastros en los documentos, lo que no ocurre con las clases populares.

Apéndice

Actualmente existen aplicaciones informáticas para el ARS con diferente grado de dificultad. La elección resultará estratégica, dado que pueden influir en la forma en la que se recopilan los datos. Aunque las ventajas e inconvenientes de las más utilizadas se pueden encontrar en Hanneman⁴⁷, Graham, Milligan y Weingart⁴⁸, y Düring⁴⁹, en la tabla 2 se resumen sus características principales.

⁴⁷ Véase *supra* nota 24.

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ Marten DÜRING: «From Hermeneutics to Data to Networks: Data Extraction and Network Visualization of Historical Sources», *Programming Historian*, febrero (2015), disponible en <http://programminghistorian.org/lessons/creating-network-diagrams-from-historical-sources.html>.

TABLA 2
 Aplicaciones informáticas más comunes e útiles para la investigación histórica

Aplicación	Plataforma	Licencia	Características principales	Adecuada para historiadores
Gephi ¹	Múltiple.	Gratuito.	Plataforma interactiva de visualización y exploración http://gephi.github.io/features/ para redes y sistemas complejos, grafos dinámicos y jerárquicos.	Sí.
NodeXL ²	Windows.	Plugin gratuito para Microsoft Excel.	Funciona bien con pequeños conjuntos de datos.	Sí.
Nodegoat ³	Múltiple.	Servicio gratuito.	Creación, análisis y visualización de conjuntos de datos con atributos relacionales, geográficos y temporales.	Sí. Foro de usuarios alojado en la web de <i>Historical Network Research</i> .
Pajek ⁴	Windows.	Gratuito.	Útil con grandes colecciones de datos.	Herramienta sofisticada.

¹ Gephi Consortium es una corporación francesa sin ánimo de lucro que apoya el desarrollo de futuras versiones de Gephi. Véase Mathieu BASTIAN, Sébastien HEYMANN y Mathieu JACOMY: «Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks», International AAAI Conference en blogs y medios sociales, 2009.

² La aplicación NodeXL (Network Overview, Discovery and Exploration for Excel) está disponible para su descarga en <http://nodexl.codeplex.com>. Véase Derek L. HANSEN, Ben SCHNEIDERMAN y Marc A. SMITH: *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights for a Connected World*, Burlington, Morgan Kaufman, 2010.

³ Nodegoat ha sido conceptualizada y construida por LAB1100. Véase Pim VAN BREE y Geert KESSELS: «Traillblazing Metadata: A Diachronic and Spatial Research Platform for Object-Oriented Analysis and Visualisations», en *Cultural Research in the Context of Digital Humanities*, San Petersburgo, 2013.

⁴ Wouter DE NOOY, Andrej MRVAR y Vladimir BATAGELJ: *Exploratory Social Network Analysis with Pajek: Revised and Expanded*, 2.ª ed., Nueva York, Cambridge University Press, 2011.

TABLA 2 (cont.)
 Aplicaciones informáticas más comunes e útiles para la investigación histórica

Aplicación	Plataforma	Licencia	Características principales	Adecuada para historiadores
R ⁵	Múltiple.	Gratuito.	Programación y aplicación para cálculos y gráficos estadísticos.	Herramienta sofisticada.
VennMaker ⁶	Múltiple.	Con licencia, prueba gratuita.	Herramienta de mapeo de redes interactiva centrada en el actor.	Sí.
UCINET ⁷	Windows.	Con licencia, prueba gratuita.	Base histórica de amplio uso entre analistas de redes sociales.	Herramienta sofisticada.

⁵ Disponible en <https://www.r-project.org/>.

⁶ Véase Marten DURING et al.: «VennMaker for Historians: Sources, Social Networks and Software», *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales*, 21, 8 (2011).

⁷ Stephen P. BORGATTI, Martin G. EVERETT y Linton FREEMAN: *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*, Harvard, Analytic Technologies, 2002. Para las referencias véase Stephen P. BORGATTI, Martin G. EVERETT y Jeffrey C. JOHNSON: *Analyzing Social Networks*, Londres, SAGE Publications Limited, 2013.