

**Título: El concepto de conexión potencial en el ARS (Análisis de redes sociales):
aplicaciones y problemas teóricos y metodológicos**

Dr. Miguel Oliva, Centro Interdisciplinario de Estudios Avanzados – CIEA –, Universidad Nacional de Tres de Febrero, Saénz Peña, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0002-8708-1514>.

E-mail: moliva@untref.edu.ar

Mesa 16: Métodos de análisis de redes sociales, y de medición de complejidad social

Palabras clave: Análisis de redes sociales, métricas de redes sociales, ARS, SNA, conexiones latentes, conexiones potenciales.

Resumen

En esta ponencia se analizan algunos aspectos metodológicos de los lazos potenciales, y se relaciona este concepto con medidas habituales de descripción de redes sociales que se utilizan en el ARS (Análisis de Redes Sociales). Se analiza el concepto de conexión potencial, y su relación con las teorías de estructuración social. Se busca entender con simulaciones simples características significativas de las conexiones potenciales. Luego se analizan la aplicación del concepto de relación o conexión potencial a fenómenos sociales reales: política, lenguaje, religión, dinero, detectando isomorfismos entre éstos. Luego se analizan métricas ARS (densidad, grado, poder) que podrían clarificar y ayudar a entender las conexiones potenciales. Así, se busca sistematizar algunos métodos de análisis de análisis de redes sociales (ARS), y la aplicación a estos *corpus* metodológicos del concepto de conexiones latentes o potenciales.

El concepto de conexión potencial en el ARS (Análisis de redes sociales): aplicaciones y problemas teóricos y metodológicos

Introducción

En esta ponencia se analizan algunos aspectos metodológicos de los lazos potenciales, y se relaciona este concepto con medidas habituales de descripción de redes sociales que se utilizan en el ARS (Análisis de Redes Sociales). En una primera parte se analiza el concepto de conexión potencial, y su relación con las teorías de estructuración social. En una segunda parte, se analizan conceptos del ARS relacionados a las conexiones potenciales. Se busca entender con simulaciones simples características significativas de las conexiones potenciales. En una tercera parte se analiza la aplicación del concepto de relación o conexión potencial a fenómenos sociales reales: política, lenguaje, religión, dinero. Se busca aplicarlo a su comprensión, y a detectar isomorfismos entre ellos. En un cuarto apartado, se analizan métricas ARS que podrían clarificar y ayudar a entender las conexiones potenciales. Luego se obtienen algunas conclusiones generales. De este modo, se busca sistematizar la aplicación de los conceptos de conexiones latentes o potenciales a estos *corpus* metodológicos del ARS.

¿Qué es una conexión potencial?

Cuando estamos refiriéndonos a conexiones o lazos potenciales en una sociedad, podríamos abordar el concepto desde distintas ópticas y teorías. Desde un punto de vista de la teoría sociológica, podríamos abordar su análisis desde el concepto de estructura social. La estructura social podría describirse como una serie de interacciones sociales recurrentes en el tiempo. El concepto de estructura social es uno de los más problemáticos en la descripción del comportamiento humano (Elias, Schröter, 2001). Introducido por Simmel (1908) y por Tönnies (1887) como “comunidad íntima” y “asociación impersonal”, el concepto de estructura social se utilizó para explicar las relaciones sistemáticas que vinculan a miembros de una determinada comunidad aunque no se encuentren en ningún momento en contacto directo. La caracterización de un vínculo “sin contacto directo” puede relacionarse con el concepto de vínculo o conexión potencial en ARS.

Anthony Giddens - influyente sociólogo inglés nacido en 1938 -- desarrolla el enfoque de la estructuración social¹. Esta teoría se refiere a la creación y reproducción de los sistemas sociales, y al análisis de la estructura social y los agentes; e indica que todo fenómeno social se reproduce y requiere de intercambio de energía para conservar sus características en el tiempo (y eso lo diferencia de los objetos inanimados). Giddens (1989) indica que los entornos sociales no consisten en meras agrupaciones casuales de acontecimientos o acciones, sino que están estructurados. En toda configuración social es la reproducción en el tiempo la que define sus características y evolución². Las configuraciones sociales (Elias & Schröter, 2001) y las estructuras sociales que se reproducen en el tiempo (Giddens, 1989) presentan un paralelo interesante con el análisis de redes sociales.

Por otro lado, algunos autores definen las relaciones interpersonales como conexiones portadoras de información entre las personas. Estos lazos también podrían ser potenciales, en cuyo caso habitualmente se denominan lazos latentes (Haythornthwaite, 2005, 4).

Dados dos individuos, u otro tipo de unidad de análisis, el hecho de compartir una característica común, aumenta la probabilidad de que exista un vínculo de intercambio de información, recursos, u otros tipos de elementos entre ellos. En general, la cantidad o características de estos vínculos potenciales no pueden medirse en una observación directa; podrían estar, pero no están, porque son potenciales (aunque tengan una probabilidad no nula de existir). Pero como no existen, no se pueden medir, y en la sociología y sus tradiciones empíricas, esto es un problema.

En términos más generales, sería inexacto describir conexiones “potenciales” y “reales” en una forma binaria (0 y 1). Más bien las conexiones latentes tiene diversas probabilidades de ocurrir, en una gradación de tipo numérico – intervalar, o una probabilidad cuantificable (es decir, podría ser 0, 0.1, 0.8 y así, y no solamente 0 y 1). Y esto tiene que ver con la estructuración social, que refiere también a la probabilidad de que un lazo, o una interacción social, se reitere en el tiempo. Esto por supuesto vuelve a referir a la necesidad de pensar estos lazos en términos temporales, como una película, más que como una fotografía.

¹ La teoría fue sistematizada en *The constitution of society: outline of the theory of structuration* (Giddens 1984).

² Elias (2001) compara al fenómeno social con un “baile”, que no existiría si los bailarines no reproducen la coreografía.

Si bien estos conceptos de vínculo potencial podrían utilizarse en muchas áreas de las ciencias sociales, en este caso para su formalización se analizará con métodos ARS y sus potencialidades reconocidas como método de análisis. La elaboración de modelos crea datos que sugieren preguntas: “A veces las reglas y las convenciones del lenguaje de los grafos y las matemáticas en sí mismas nos lleva a ver cosas en los datos que no se nos hubiesen ocurrido si hubiésemos descripto los datos solamente con palabras” (Hanemann, 2006, 8).

Para probar entonces alguna de las utilidades y aplicaciones del concepto de vínculo potencial, requerimos de modelizaciones para analizar algunas de sus características. La modelización es un recurso metodológico relevante en diversas ciencias, utilizado en las teorías de sistemas, de los juegos, de la información (Kemeny, 1988); y fue aplicado a fenómenos diversos como el tráfico o la dinámica de las bolsas (Castellani & Hafferty, 2009), entre otros. Los modelos de redes sociales permiten representar en forma abstracta un proceso recurrente (Farraro, 1997), como las interacciones sociales en una comunidad (Oliva, 2018). En teoría de redes, una modelización muy utilizada es la de redes aleatorias (o grafos aleatorios). Una de las más conocidas es la de Erdős-Rényi (1959), que suele seguir patrones de conexión aleatorios e imprevisibles. En contraste con ese modelo, las redes sociales humanas no suelen seguir patrones aleatorios.

En el análisis de redes sociales, los vínculos potenciales podrían referirse a las relaciones que podrían existir entre individuos o entidades en una red en un tiempo determinado, incluso si aún no se han establecido o no son evidentes. Esto implica la exploración de conexiones potenciales a través de técnicas como la modelización matemática.

Análisis de redes sociales y conexiones potenciales

El análisis de redes sociales (ARS) es un área dinámica en las ciencias sociales que permite incorporar nuevos métodos y enfoques de análisis social. Se trata de un conjunto de teorías, herramientas y procesos que permiten comprender las relaciones y estructuras de una red (Wasserman, 1994). El ARS aporta nuevas miradas a los fenómenos sociales³. En una red encontraremos un conjunto no vacío de nodos (Hanemann, 2008), y aristas, o vínculos (*edges*). En una red de personas, los “nodos” de una red son las personas y los “vínculos”

³ Las bases de datos atributivas clásicas tienen para cada caso (línea o fila en la base de datos) un dato aislado de las demás, y no informan sobre relaciones. El ARS, por el contrario, utiliza matrices reticulares y softwares específicos para ese tipo de análisis (Pajek, Ucinet, Igraph R).

son las relaciones entre ellas; esto podría ser por ejemplo intercambios de recursos materiales, simbólicos, y así. Una red social está compuesta también por relaciones potenciales. Entre dos nodos que comparten la misma comunidad, una red social, un lenguaje, una religión, por ejemplo, existen vínculos reales y/o potenciales.

El análisis de redes sociales es dinámico en el sentido que estas redes están en continuo cambio, crecimiento, disgregación. En los últimos años se ha analizado el cambio en el tiempo en la composición de los grupos y redes --una secuencia de eventos en ventanas temporales sucesivas que involucran la continuidad, la contracción, el crecimiento, la división, la fusión o disolución de los grupos con elementos del SNA -- (Bródka & Stanisław, 2015). Así, las redes y sus interacciones no son objetos inmóviles, si no relaciones, vínculos, intercambios, que aparecen y desaparecen. No se puede concebir este tipo de redes, sin una dimensión temporal.

Modelización: para poder avanzar en una ejemplificación y modelización de las conexiones potenciales, precisemos algunos temas metodológicos. En el estudio de una red se diferencian dos problemas (Oliva, 2016): a) un individuo puede participar o no en una red en un determinado momento (por ejemplo estar o no en *Twitter*); si participa, genera una cantidad determinable de conexiones potenciales; b) una vez en la red, el individuo puede interactuar (en una conexión real) o no (conexión potencial) con los otros nodos de esa red (por ejemplo, otros usuarios de Twitter).

Así, los individuos o nodos pueden ser clasificados binariamente como pertenecientes o no a una red (pertenecer o no a una religión, hablar o no un idioma); o a un conjunto no vacío de nodos, como suele formalizarse en teoría de grafos (Hanemann, 2008). Luego, hay un segundo paso: establecer interacciones en la red a la que pertenece (esto es un problema analítico distinto al anterior).

Existen propiedades matemáticas de las redes que podemos explorar; por ejemplo, ¿cuántas conexiones potenciales bidireccionales podrían darse, teóricamente, en una red de 100 nodos? En una red simple y no dirigida (donde las conexiones entre nodos no son direccionales), esta pregunta se responde usando cálculo combinatorio⁴. En dicha red, cada

⁴ Es específicamente la fórmula para calcular combinaciones de "n" elementos tomados de "k" en "k". En este caso, estás calculando el número de combinaciones de 100 elementos tomados de 2 en 2. Esto es útil para determinar cuántas formas diferentes puedes elegir pares de elementos de un conjunto de 100 elementos (La notación $C(100, 2)$ representa el número de combinaciones. El resultado de este cálculo te dará el número de

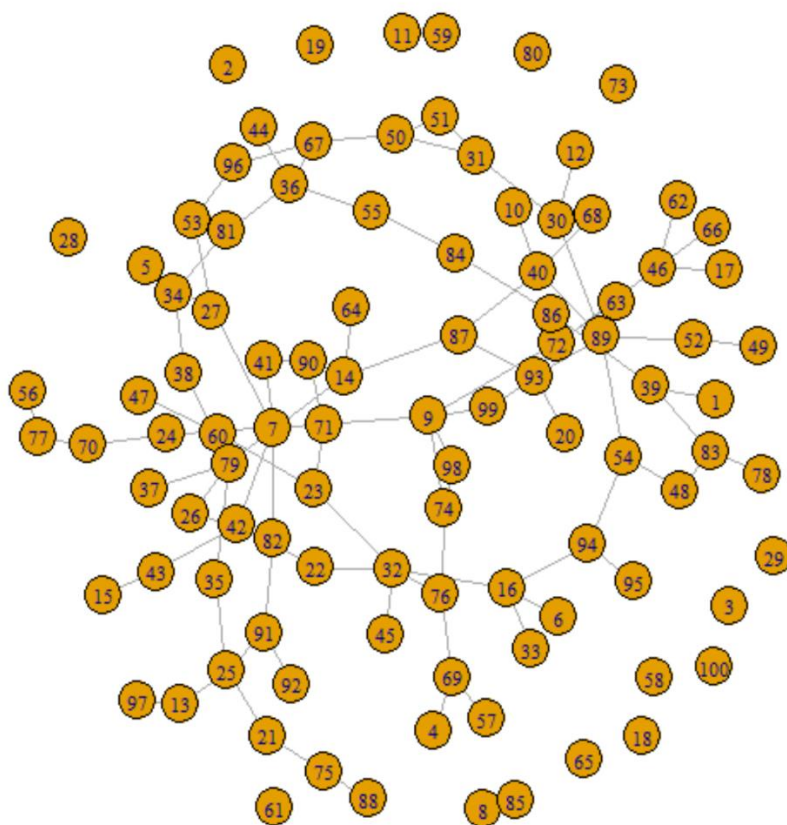
uno de los 100 nodos puede conectarse potencialmente a los otros 99 nodos. Entonces, el número de conexiones (*edges*) en esta red no dirigida es:

Ecuación 1:

$$C(100,2) = \frac{100!}{2! (100 - 2)!} = 4950 \text{ conexiones}$$

Entonces, en una red de 100 nodos, habría 4.950 conexiones potenciales. Se puede graficar (Figura 1) esta situación con el siguiente grafo de 100 nodos, con 100 conexiones (*edges*, aristas) creadas aleatoriamente:

Figura 1: Red de 100 nodos con 100 conexiones (aristas) aleatorias



Fuente: elaboración propia con I-graph.

formas únicas en las que se puede seleccionar un par de elementos de un conjunto de 100 elementos. En este caso, sería igual a 4.950.

Por supuesto, en una red de 100 nodos, es probable que, en una situación real, no todas estas 4.950 conexiones potenciales sean conexiones reales. En una red real, aparecerán algunas, desaparecerán otras.

En este caso, la densidad de la red es 100 (conexiones reales) / 4.950 (conexiones potenciales), es decir 0,02020 (suponiendo, como se había dicho, una red simple y no dirigida). Si cambiamos a una red dirigida (donde las conexiones tienen una dirección, como en el grafo dirigido de la Figura 3), el número de conexiones es diferente, ya que tendría que considerar las conexiones que van de un nodo a otro, y las conexiones que regresan (arcos).

Las redes se modifican, por ejemplo por el crecimiento del número de miembros, o en esta terminología, nodos. Cuantos más miembros tiene twitter, más conexiones potenciales entre sus usuarios hay. Cuando una red aumenta la cantidad de nodos, al mismo tiempo aumenta exponencialmente su complejidad en términos de cantidad de lazos posibles.

Supongamos ahora una situación real, volviendo a Twitter. Según información de 2022, Twitter tenía aproximadamente 330 millones de usuarios (nodos). Nuevamente, el número de conexiones entre nodos depende del tipo de red y de las conexiones entre nodos. En este caso, para una red con 330 millones de nodos, con los supuestos de una red no dirigida, el cálculo sería:

Ecuación 2:

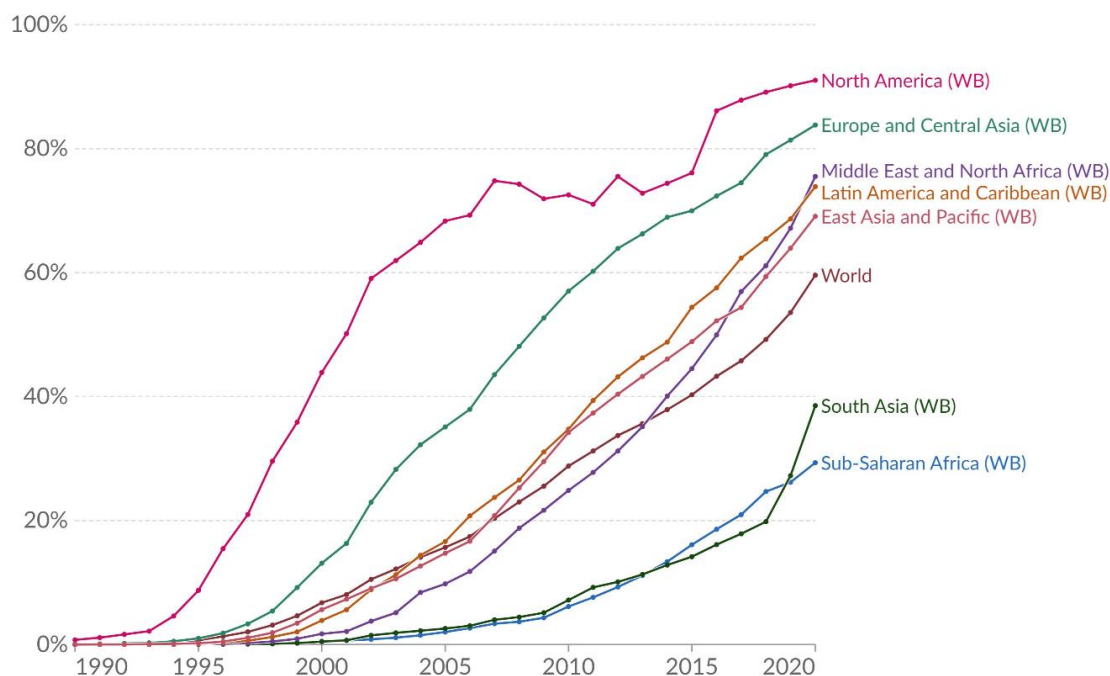
$$C(330.000.000, 2) = \frac{330.000.000!}{2! (330.000.000 - 2)!} = 54.449.999.835.000.000 \text{ conexiones}$$

Entonces, en una red con 330 millones de nodos, habría aproximadamente 54,45 mil billones de conexiones potenciales. Este es un cálculo teórico asumiendo que cada nodo puede conectarse a todos los demás nodos. En la práctica, el número real de conexiones en una red puede ser significativamente menor, ya que las redes suelen tener un patrón de conexiones más estructurado y selectivo.

En general, con la evolución de las tecnologías de conectividad (escritura, imprenta, internet) se da un crecimiento exponencial de los intercambios posibles (Oliva, 2016). En la Figura 2 se observa el crecimiento (tendencialmente irreversible) al crecimiento de la conexión a Internet en el mundo. Por supuesto, desde nuestro punto de vista, esto implica un

crecimiento irreversible (Oliva, 2015) en las conexiones potenciales para quienes acceden a Internet.

Figura 2: Porcentaje de la población que uso INTERNET en los últimos tres meses



Data source: International Telecommunication Union (via World Bank)

OurWorldInData.org/internet | CC BY

1. Internet user: An internet user is defined by the International Telecommunication Union as anyone who has accessed the internet from any location in the last three months. This can be from any type of device, including a computer, mobile phone, personal digital assistant, games machine, digital TV, and other technological devices.

Fuente: ITU, Banco Mundial.

Y dada la misma cantidad de tiempo físico de vida, se requiere una mayor selectividad en los intercambios, y restricciones de la cantidad de conexiones reales respecto de las posibles. Las restricciones en el tiempo que los individuos pueden invertir en sus conexiones sociales han sido cuantificadas y modelizadas para redes egocéntricas (*ego networks*) mediante el denominado número de Dunbar⁵ (Arnaboldi, Dunbar, 2017). La explicación de estas restricciones es que las conexiones demandan tiempo de vida, y que éste no es ilimitado. Por

⁵ “Starting from the Ego-Network model, a fundamental cognitive constraint in the personal social network is the Dunbar’s Number. This is the number of relationships that an ego actively maintains in its network over time. The Dunbar’s Number in online ego networks is known to be limited by the cognitive constraints of the human brain and by the limited time that people can spend in socializing. In addition, it is known that cognitive constraints lead people to unevenly distribute the emotional intensity on their relationships. This results in a hierarchical structure of inclusive ‘social circles’ of alters around the ego, with characteristic size and level of tie strength. Specifically, in the reference ego-network model, there is an inner circle (called support clique) of 5 alters on average, which are considered the best friends of the ego” (Arnaboldi, Dunbar, 2017, 14).

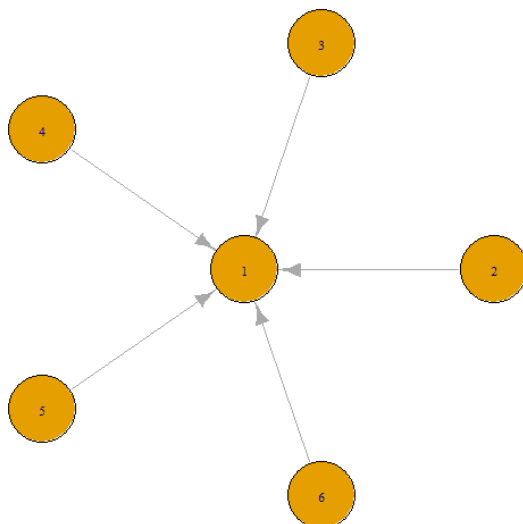
ejemplo, si en un período de un año mantener una relación de amistad nos lleva el 1 % de nuestro tiempo vital, no podríamos atender a más de 100 relaciones de amistad en ese período. Si un individuo puede mantener una cantidad limitada y constante de relaciones con otros individuos, el aumento de las conexiones posibles implica una reducción de la densidad (conexiones reales/ conexiones posibles) de sus intercambios. La vida, al mismo tiempo, no se ha vuelto mucho más larga en cantidad de años. Por eso, la cantidad de relaciones que un humano puede atender hoy -- en la aldea global de McLuhan -, sigue siendo a la de hace cien años. Así, si bien las conexiones potenciales aumentan (un *proxy* empírico de esta afirmación para el caso de Internet, es la evolución de la conectividad a Internet en la Figura 2), el número de conexiones reales que realmente podemos realizar un humano hoy, no es muy distinto al de hace un siglo. Esto implica una reducción de la densidad (la relación entre las conexiones reales y las conexiones posibles) de los intercambios. Y como el tiempo físico de vida no ha crecido en la misma dimensión que los posibles intercambios, en nuestra corta vida debemos seleccionar con mayor precisión los intercambios.

Aplicación del concepto de relación o conexión potencial a fenómenos sociales reales: política, lenguaje, religión, dinero.

Hay diversas posibles aplicaciones de este concepto, entre ellos al lenguaje, o a los liderazgos políticos y religiosos. Su aplicación a estos fenómenos sociales pone en evidencia que existen isomorfismo en muchos fenómenos sociales, que pueden ser identificados a partir de la conceptualización de los lazos potenciales. Cuando se describa un nuevo fenómeno social, se intentará conectar ese nuevo fenómeno con el anterior, en términos de sus isomorfismos relativos a las conexiones potenciales.

Liderazgos políticos y religiosos: entre dos individuos que comparten la misma comunidad religiosa teísta, existe una conexión potencial o real, en el sentido de que compartir un dios común genera una conexión comunitaria o de pertenencia. En una religión monoteísta, por lo general entre dos fieles existe una relación potencial o real mediada a través de este nodo central (aunque no se vinculen directamente entre ellos, pueden tener una conexión a través del nodo “Dios”, por ejemplo; en la Figura 3, el nodo “Dios” sería el nodo central 1). Esta situación puede graficarse como en la Figura 3:

Figura 3: Red de 6 nodos con nodo central



Fuente: elaboración propia con I-graph.

En esta red religiosa los nodos se conectan (en forma real o potencial) a través un “Nodo” (el nodo central 1), logrando eficiencia en la estructuración social. Entre dos individuos existe una conexión potencial o real mediada a través de este nodo central (los nodos 2, 3, 4, 5, y 6 no se vinculan directamente entre ellos, pero tienen una conexión a través del nodo central). Existen relaciones simétricas, como entre hermanos, y relaciones asimétricas, como entre padre e hijo (Borgatti, Everett, 1997). Las aristas de la Figura 3 tienen una dirección representada por una flecha, que significa una relación asimétrica donde los individuos se dirigen al nodo 1 (Dios), pero al mismo tiempo ellos no esperan que Dios tenga interacciones directas con los fieles. Por ello la relación entre Dios y el fiel es asimétrica. Por ello las flechas en la Figura 3 representan relaciones direccionadas (y cambia el cálculo de densidad, como exponemos en el siguiente apartado; para este grafo y sus 5 conexiones direccionadas, la densidad sería 0,166666).

En el modelo de la Figura 3, sin el nodo central el resto de los vértices quedarían desconectados entre ellos. El nodo central genera conexiones reales y potenciales entre

creyentes. Cuando Nietzsche anuncia la muerte de Dios⁶, algunos creyentes tuvieron la sensación de quedarse sin un nodo central y las conexiones potenciales que la deidad genera.

Históricamente este mecanismo de estructuración social mediante nodos centrales es isomorfo entre política y religión, entre profetas, emperadores, líderes y caudillos populares. El líder político genera conexiones en redes; los nodos se conectan a través de él - esto podría ser un caso de equivalencia funcional social, de acuerdo a la conceptualización de Luhmann (1990) -. En numerosos períodos históricos pueden observarse fundamentos religiosos en el liderazgo político⁷. En general, las religiones y los sistemas políticos crean redes normativas⁸, conceptualizables como “diseños” sociales, o “conexiones potenciales deseables”, sobre cómo tienen que ser las interacciones en una red social.

Lenguaje: el lenguaje compartido también tiene elementos de conexión potencial. Un hispanoparlante potencialmente se podría comunicar con 472 millones de hablantes que tienen a este idioma como primera o segunda lengua (esta sería la extensión de las conexiones potenciales de la red). Obviamente no hablará con todos ellos, pero sí podría potencialmente hacerlo. Desde este punto de vista un individuo que habla un dialecto poco extendido tiene una red potencial de conexiones limitada. En general suelen existir más academias de español, inglés o chino mandarín que escuelas de dialectos, porque los idiomas extensos generan una mayor red potencial que un dialecto menor. En general, hay lenguajes que generan más o menos conexiones potenciales. Claramente estudiar inglés genera más conexiones potenciales, o en Asia el chino mandarín. El español también tiene muchas conexiones potenciales, y el portugués, menos conexiones (eso en general suele ser un

⁶ “Dios ha muerto. Dios sigue muerto. Y nosotros lo hemos matado. ¿Cómo podríamos reconfortarnos, los asesinos de todos los asesinos? El más santo y el más poderoso que el mundo ha poseído se ha desangrado bajo nuestros cuchillos: ¿quién limpiará esta sangre de nosotros? (Nietzsche, *La gaya ciencia*, sección 125)”

⁷ En Japón el culto imperial (*Arahitogami*) referido al emperador considera al *tennō* (soberano celestial) como mediador entre hombres y divinidad. En el imperio incaico el Inca era un líder político y también una divinidad. De un modo similar, el culto al emperador en el Imperio romano fue una forma de conciliar el politeísmo incluyente de religiones con la unidad política, y lo que convirtió al cristianismo (y a cualquier monoteísmo que no aceptase el culto imperial) en una religión disolvente y perseguida. En el *Ancien régime* (reinos de Europa occidental, monarquías autoritarias y absolutas) el poder de los reyes se fundamentaba en la voluntad de Dios. En la historia latinoamericana existe una tradición importante de liderazgo centralizado, caudillismo, populismo y liderazgo.

⁸ Los libros sagrados como el Talmud en el judaísmo, el *Huehuetlahtolli* para las civilizaciones mesoamericanas, la Biblia cristiana, o el *Popol Vuh*, suelen contemplar una previsión de las interacciones potenciales y deseables entre los individuos (nodos). Algo similar ocurre con los mandamientos en la cultura egipcia (una codificación de mandamientos en el papiro de Ani, capítulo XXV del Libro de los muertos), la judeocristiana (en los libros del Éxodo y Deuteronomio), la hindú (por ejemplo los 10 mandamientos de los Yoga Sutras de Patanjali), los mayas (las 7 leyes morales de los mayas), o la cultura azteca o la yoruba. Este tipo de codificaciones morales es la base de las leyes laicas y/o secularizadas.

problema en países donde se hablan esos idiomas menos extendidos, en este caso particular Portugal o Brasil).

Conectando nuevamente los isomorfismos sociales que surgen del análisis de las relaciones potenciales, podemos establecer relaciones entre lenguaje y religión (Oliva, 2018). La vinculación con los dioses por lo general requiere del prerrequisito del lenguaje (o una comunicación codificada), dado que se necesitan conexiones comunicativas y de sentido con el nodo central Dios. Pero lo más relevante es que este idioma de conexión con la deidad, sea además compartido por los integrantes humanos de esta comunidad religiosa. Una comunicación de sentido con un Dios (oración, sacrificio, peregrinación) supone que aquella deidad comprende nuestro lenguaje o rito. Pero lo más relevante y común es además que los integrantes de una comunidad religiosa compartan entre sí lenguajes, rituales y/o simbologías comunes, para que sean evidentes las conexiones potenciales entre ellos. Los símbolos comunes que usan los fieles -- Cruces Latinas, *Ichthys*, Estrella de David, Creciente y Estrella -- permiten visualizar rápidamente sus conexiones potenciales: alguien que usa una Cruz católica rápidamente identifica una conexión potencial con otro católico⁹.

Cuando la estructura social y su red de conexiones y elementos es incapaz de sostener la supervivencia de sus nodos, la estructura social y la red entra en crisis. Así, la estructura social de individuos inmortales debería replantear la religión, la prisión perpetua, la herencia de propiedades, el sistema jubilatorio, las necesidades de territorio. La organización social sería muy distinta si los nodos no fuesen mortales, si no fuesen organismos biológicos que requieren del nutriente y la reproducción sexual en un espacio o territorio delimitado. En la estructura social también la inteligencia artificial no biológica, o máquinas o androides humanoides, también actúan. Con los avances de estas inteligencias, la estructura social, por supuesto, sería distinta a la de hoy.

Dinero: quien posee dinero potencialmente puede intercambiar productos o servicios. Las monedas tienen distinta extensión en sus intercambios potenciales; algunas monedas (dólares, euros) tienen una red de intercambio potencial más amplia que otras (monedas latinoamericanas, por ejemplo). Por eso, en países con moneda débil, como Argentina, se

⁹ Por supuesto, esto es algo mucho más general; un simpatizante de un equipo de fútbol (B) si se pone su camiseta, sabe que esa simbología indica una conexión potencial con otro adherente del mismo equipo. Cualquier tribu urbana comparte símbolos de modo tal de identificar rápidamente sus conexiones potenciales entre sus miembros. En política, las simbologías partidarias, cumplen la misma función.

prefiere atesorar en dólares. En el mundo según la FED existen 17.268.814 millones de dólares de reservas internacionales. Es razonable entonces que quienes atesoran dólares, estén dispuestos a potencialmente, intercambiar esa moneda. Y por supuesto, es una cifra mucho mayor a las reservas en pesos argentinos. Cuando nadie ahorra en pesos, es razonable a pensar que a futuro esa moneda o denominación pierda probabilidad de intercambio real, por los efectos inflacionarios. Cuando alguien guarda ahorros en una moneda X, se supone que potencialmente está esperando en algún momento intercambiarla.

Métricas ARS y conexiones potenciales (densidad, grado, centralidad y poder)

La aplicación de diversas métricas que describen las redes también nos ayudan a entender las conexiones potenciales. La mayoría de estas medidas se conectan conceptualmente con la conexión potencial o latente, considerando la probabilidad de conexión de un nodo con otros, y las características del nodo que lo hacen más o menos probable.

Parece central en esta discusión de conexiones potenciales la medida de densidad de una red. En el análisis de redes sociales (SNA), la densidad de la red es un concepto fundamental que cuantifica el grado de conectividad o integración de una red. Proporciona información sobre cuántas conexiones potenciales existen en una red en relación con la cantidad de conexiones reales. La densidad de la red a menudo se expresa como una relación o porcentaje. La densidad de una red social se define como:

Ecuación 3:

$$D = \frac{2 * \text{número de vínculos observados}}{\text{número de vínculos posibles}}$$

El "número de vínculos observados" representa las conexiones o relaciones reales que existen en la red. El "número de vínculos posibles" se refiere al número total de conexiones que podrían existir potencialmente en la red si cada nodo estuviera conectado a todos los demás nodos. En la fórmula, se utiliza el factor 2 porque en una red no dirigida (donde las conexiones no tienen dirección), cada conexión se cuenta dos veces (una por cada nodo involucrado en la conexión). La densidad de la red puede tomar valores entre 0 y 1. Si la densidad es cercana a 0, indica una red donde existen pocas conexiones en relación con las conexiones potenciales. Esto sugiere que los nodos de la red no están bien conectados y que hay mucho potencial sin explotar para las conexiones. Si la densidad es cercana a 1, indica

una red densa donde existen muchas conexiones y los nodos están altamente interconectados. Esto sugiere que la mayoría de las conexiones potenciales se realizan. La densidad de la red es una métrica valiosa en SNA porque proporciona información sobre la estructura general de la red (Borgatti, Everett, Freeman, 2002). Ayuda a comprender en qué medida se forman las relaciones entre los miembros de la red. Una densidad alta puede sugerir un grupo muy unido, mientras que una densidad baja puede indicar una red más fragmentada o poco conectada.

Para el caso de relaciones dirigidas, como en la Figura 3, los cálculos de densidad son distintos, porque se suponen relaciones asimétricas. En este caso, tenemos un grafo dirigido con 6 nodos y 5 conexiones dirigidas. La fórmula general para calcular la densidad en un grafo dirigido es:

Ecuación 4:

$$D = \frac{\text{número de arcos}}{\text{número de arcos posibles}}$$

Donde: el "número de arcos" es la cantidad de conexiones dirigidas reales en el grafo. Un grafo dirigido consiste en un conjunto de nodos (también llamados vértices) y un conjunto de arcos (también llamados aristas) que conectan estos nodos. A diferencia de los grafos no dirigidos, en los que las conexiones no tienen dirección, los grafos dirigidos tienen arcos que van desde un nodo de origen hacia un nodo de destino, lo que indica una relación con una dirección específica. El "número de posibles arcos" en un grafo es $(n*(n-1))$, si no se permiten bucles (conexiones de un nodo a sí mismo). En este caso nuestro grafo dirigido con 6 nodos tiene 5 conexiones dirigidas, y se puede calcular la densidad de la siguiente manera:

Número de arcos = 5 (ya que hay 5 conexiones dirigidas).

Número de posibles arcos = $6 * (6 - 1) = 6 * 5 = 30$

Entonces, la densidad sería:

$$D = \frac{5}{30} = 0,1666666.$$

La densidad en ARS, al ser una proporción o porcentaje, no es el número de conexiones potenciales de la red. Por ejemplo, en nuestra Ecuación 1, habíamos calculado 4.950 conexiones potenciales. En la Figura 1, analizamos el caso de una red de 100 (conexiones reales) y 4.950 (conexiones potenciales), y estimamos una densidad de 0,02020 ($100 / 4.950$, suponiendo, como se había dicho, una red simple y no dirigida). El punto es que, de la información de la densidad (0,02020) solo podemos estimar el número de conexiones potenciales, si conocemos el número de conexiones reales. Del mismo modo que en una encuesta el porcentaje de desocupados no describe el número de desocupados en forma directa, la densidad no nos informa de la cantidad real de conexiones potenciales, si no de la proporción entre potenciales / reales.

Al mismo tiempo, y dado que las conexiones entre nodos suelen ser preferenciales, no todos los nodos tienen la misma probabilidad de conexión a otro. En una red empírica, se suelen detectar los nodos que tienen mayor “grado”. El “grado” de un nodo es el número de conexiones que tiene (Wasserman, 1994). La probabilidad de que un nodo tenga una conexión con otro nodo se puede estimar basándose en la distribución de grados dentro de la red. Si consideramos que la conexión potencial es un derivado de la probabilidad de que un nodo se conecte, los nodos de mayor “grado” son los que tendrían mayor número de conexiones potenciales.

Otra medida interesante en este contexto es la centralidad. La centralidad no es un atributo intrínseco de los nodos de una red sino un atributo estructural, es decir un valor que depende de su localización en la red (Borgatti, Everett, Freeman, 2002). La centralidad mide la contribución de un nodo según su ubicación en la red, independientemente de si se esté evaluando su importancia, influencia, relevancia o prominencia (Hanneman & Riddle, 2008). Hanneman (2008) busca darle forma al concepto de poder en las redes a partir de la cantidad de conexiones (grado) de un actor.

Volviendo a nuestros ejemplos, consideremos el poder en una religión. El poder es una característica habitualmente atribuida a los dioses en las religiones (“Dios todopoderoso”); el Dios con muchos nodos conectados (mayor grado) se asocia a un dios más poderoso; y uno con menos nodos o seguidores es proporcionalmente, menos poderoso. Así, a mayor cantidad de conexiones potenciales, mayor es la importancia del Dios o la deidad. El volumen de gente en las peregrinaciones es un indicador externo del “grado nodal” de un Dios y su poder: cuando más “nodos conectados” o peregrinos, más poder (Oliva, 2018). El

poder de los dioses también es una característica subjetivamente relevante en el sentido que se les suelen atribuir una serie de propiedades de intervención en las contingencias que nos afectan: enfermedades, trabajo, guerras, y hasta la buena suerte en el deporte. Un Dios considerado sagrado por una sola persona no permitiría conexiones con otros fieles, y posiblemente no fuese apreciado para solucionar problemas de todo tipo; pero una deidad con muchas conexiones y seguidores tiene poder (en un enfoque no moral sino relacional del poder) y es una poderosa deidad sobre la cual los fieles consideran relevante influir. Es por eso que la mayoría de los templos y lugares sagrados en las religiones suelen ser comunitarios, y no están ubicados en propiedades privadas.

Finalmente, podemos considerar relevante el uso de las medidas de homofilia y heterofilia (Wasserman, 1994). Estos conceptos se refieren a la probabilidad de que dos nodos estén conectados en función de su similitud (homofilia) o disimilitud (heterofilia). Si es más probable que los nodos se conecten con nodos similares, esto se puede tener en cuenta en el cálculo de probabilidad de conexión potencial.

Conclusiones

La potencialidad de las conexiones en la red es una característica relevante de una estructura social (Oliva, 2018). En esta ponencia, utilizamos algunas métricas del ARS, en función de sistematizar algunos conceptos relativos a las conexiones o lazos sociales potenciales. En una red social los “vínculos” son las relaciones entre ellas, por ejemplo intercambios de recursos materiales, simbólicos, y otros. Entre dos nodos que comparten la misma comunidad, una red social, un lenguaje, una religión, por ejemplo, existen vínculos reales y/o potenciales. En el mismo sentido entre individuos que comparten la misma comunidad (siguiendo la conceptualización de Tönnies), existe una conexión potencial o real.

En general, la cantidad o características de estos vínculos potenciales no pueden medirse en una observación directa. Si las conexiones son potenciales, entonces no existen. Pero tienen una probabilidad conocida y no nula de existir. Y se puede modelizar el número real posible de esas conexiones potenciales, para luego aplicarla a la comprensión de algunos problemas y fenómenos sociales.

La estructuración social se realiza a partir de conexiones reales y potenciales. El uso y el concepto de conexión potencial resulta más fácil de explicar con ejemplos, como hemos visto, aplicándolo al lenguaje, al liderazgo religioso y político, o a los intercambios de dinero.

Los ejemplos tratados aquí nos permiten vislumbrar aplicaciones analíticas del concepto a la comprensión de problemas de larga data en la sociología, como la estructuración social. Así, se busca sistematizar algunos métodos de análisis de análisis de redes sociales (ARS), y la aplicación a estos *corpus* metodológicos del concepto de conexiones latentes o potenciales, mostrando todo un abanico de posibilidades analíticas.

Bibliografía

Arnaboldi, V., Contia, M., Passarella, A., Dunbar, R. (2017). *Online Social Networks and information diffusion: The role of ego networks. June 2017, Preprint submitted to Elsevier, November 8, 2017*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.osnem.2017.04.001>

Aguirre, J. L. (2011). *Introducción al Análisis de Redes Sociales*. Buenos Aires: Documentos de Trabajo, 82, Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas.

Barabási, Albert-Laszlo (2016). *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. Barabási, Albert-László, y Albert Réka. *Emergence of Scaling in Random Networks*, *Science* 286 (5439): 509-512, 1999. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (1997). *Network analysis of 2- mode data*. *Social Networks*, 19, 243-269. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00301-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00301-2)

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard MA: Analytic Technologies.

Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). *Network Analysis in the Social Sciences*. *Science*, 323(5916), 892-895. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1165821>

Bródka, P., & Stanisław, S. (2015). *Group Evolution Discovery in Social Networks*.

Castellani, Brian y Frederick W. Hafferty. 2009. *Sociology and complexity science. A new field of inquiry*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-88462-0>.

Durkheim, E. m. (1937). *Les formes élémentaires de la vie religieuse, le système totémique en Australie* (3. éd. ed.) Paris.: F. Alcan.

Elias, N., & Schröter, M. (2001). *The society of individuals*. New York: Continuum.

Elias, N., & Weiler, V. (1998). *Figuraciones en proceso* (1. ed.). Colombia: Fundación Social, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander.

Erdős, Paul, y Alfréd Rényi (1959). *On Random Graphs. Publicationes Mathematicae* 6: 290-297, 1959.

Farraro, T. (1997). *Reflections on Mathematical Sociology. Sociological Forum, 12 (Special Issue 1: Mathematics in Thinking about Sociology)*. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/684856>

Freeman, L. (1984). *Turning a profit from mathematics: The case of social networks. Journal of Mathematical Sociology, 10*.

Freeman, L. Interview by Katherine Faust, July 27, 2018. Katherine Faust: Connections. Volume 39, Issue 1, Pages 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.21307/connections-2019-004>.

Giddens, A. (1989). *Sociología* (Segunda Edición ed.). Madrid: Alianza Editorial.

Giddens, A. (1992). *El Capitalismo y la moderna teoría social*. Barcelona: Editorial Labor.

Hanneman, B., & Riddle, M. (2008). *Introduction to social network methods*.

Haythornthwaite, C. (2005). *Social networks and internet connectivity effects. Information, Communication & Society, 8 (2), 125–147*. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13691180500146185>

Izquierdo, L., & Hanneman, R. (2006). *Introduction to the formal analysis of social networks using mathematica* Version 2

Kemeny, John; Laurie Snell, J. (1998). *Mathematical Models in the Social Sciences*. New York: Sage.

Luhmann, N. (1990). *Sociedad y sistema: La ambición de una teoría*. Barcelon: Paidós.

Luhmann, N., & De Giorgi, R. (1998). *Teoría de la Sociedad*. Guadalajara, México: Triana Editores.

- McLuhan, T. C. (1996). *Cathedrals of the spirit; the message of sacred places* (1st ed.). New York: Harper Perennial.
- Monge, P., & Contractor, N. (2003) *Theories of communication networks*. Oxford: Oxford University Press.
- Oliva, M., & De Angelis, C. (2014). Investigación social para el análisis de la opinión pública y el comportamiento electoral. Buenos Aires: Antigua.
- Oliva, M. (2017). Desafíos sociales del análisis del tiempo. Buenos Aires: Teseo.
- Oliva, M.; Chuchco, N.; Silva, G. (2018). Análisis de redes sociales para la investigación social: La vida en redes. Buenos Aires: CIEA UNTREF.
- Oliva, Miguel, Nicolás Vladimir Chuchco. ARS y sistemas sociales: enfoques interdisciplinarios para el análisis de la estructura social. *Interdisciplina* 9, n° 23 (enero-abril 2021): 57-82. doi: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2021.23.77346>
- Oliva, Miguel. 2019. Aplicación del análisis de redes sociales al conflicto interreligioso: el nodo Dios. En Oliva, Miguel, Nicolás Chuchco y Germán Silva (comps.), *La vida en redes: análisis de redes sociales para la investigación social*. Buenos Aires: NeoMediab- Eduntref, 43-56.
- Reka, Albert, Hawoong Jeong, y Albert-Laszlo Barabasi. *Diameter of the World Wide Web*. *Nature* 401(9): 130-131, 1999.
- Reynoso, C. (2011). Redes sociales y complejidad: Modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura.
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis: A handbook (Second ed.)*. London: Sage.
- Simmel, Georg (1908). *Soziologie*, Leipzig: Duncker & Humblot.
- Tönnies, Ferdinand. *Comunidad y sociedad* [1887], trad. de J. Rovira Armengol, Losada, Buenos Aires, 1947.
- Wasserman, F. (1994). *Social Network Analysis: Methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, Duncan, y Steven H. Strogatz. *Collective dynamics of "small-world" Networks*. *Nature* 393 (4): 440-442, 1998.