

**INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DEL  
ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.**

**CAPITULO QUINTO**

---

**Robert A. Hanneman. Departamento de Sociología de la  
Universidad de California Riverside.**

## NOTA PREVIA

---

Este documento esta traducido para la lista REDES con permiso del autor a partir de la versión electrónica disponible en <http://wizard.ucr.edu/~rhannema/networks/text/textindex.html> [Consulta: 20-02-02].

Este capítulo ha sido traducido por José Luis Molina.

## **CAPÍTULO V. PROPIEDADES BÁSICAS DE LAS REDES Y DE LOS ACTORES**

---

La perspectiva de redes implica tener en cuenta múltiples niveles de análisis. Las diferencias entre los actores son interpretadas en base a las limitaciones y oportunidades que surgen de la forma en que éstos están inmersos en las redes; la estructura y el comportamiento de las redes está basado en y activado por las interacciones locales entre los actores. A medida que examinemos algunos de los conceptos básicos y definiciones del análisis de redes sociales en este capítulo y en los siguientes, esta dualidad entre individuo y estructura se pondrá de manifiesto una y otra vez.

En este capítulo examinaremos algunos de las más obvias y menos complejas ideas de los métodos formales de análisis de redes. A pesar de la simplicidad de las ideas y definiciones, hay buenas razones teóricas (y alguna evidencia empírica) para creer las propiedades básicas de las redes sociales tienen importantes consecuencias. Tanto para los individuos como para las estructuras una cuestión de fundamental importancia es la de las conexiones. Normalmente, algunos actores tienen muchas conexiones mientras que otros tienen pocas, especialmente cuando las poblaciones se convierten en grandes y no todas las conexiones posibles están presentes –existen “agujeros estructurales”. Hasta qué punto los individuos están conectados unos con otros y hasta qué punto la red en su conjunto está integrada, son las dos caras de la misma moneda.

Las diferencias en cómo los individuos están conectados puede ser extremadamente útil para entender sus atributos y comportamiento. Muchas conexiones significa a menudo que los individuos se exponen todavía a más y más diversa información. Individuos bien conectados pueden ser más influyentes y pueden estar más influenciados por otros. Las diferencias en el grado de conexión de poblaciones completas puede tener también importantes consecuencias. La enfermedad y los rumores se extienden muy rápidamente donde hay altas tasas de conexiones. Pero también lo hace la información útil. Las poblaciones más conectadas puede ser más capaces para movilizar sus recursos y también pueden disponer de múltiples y diversas perspectivas para resolver problemas. Entre el individuo y la población hay otro nivel de análisis –el de la “composición”. Algunas poblaciones pueden estar compuestas de individuos que son bastantes similares en la forma en la que están conectados. Otras poblaciones pueden ostentar claras diferencias, con una pequeña

elite de personas centrales y conectadas y una gran masa de personas con pocas conexiones. Las diferencias en conexiones pueden explicarnos algo acerca de cómo están estratificados los grupos sociales.

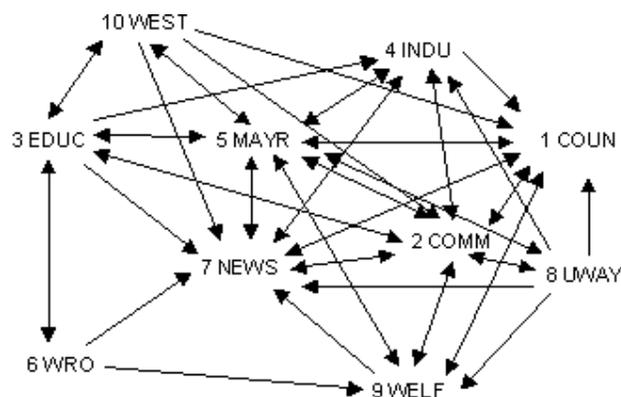
A causa de que muchos individuos no están usualmente conectados directamente a la mayor parte de otros individuos en una población, puede ser bastante importante ir más allá simplemente examinando las conexiones inmediatas de los actores y la densidad media de las conexiones directas en poblaciones. El segundo conjunto de aproximaciones más importante que examinaremos en este capítulo tiene que ver con la idea de distancia entre los actores (o, llanamente, cómo de cerca uno está de otro). Algunos actores pueden ser capaces de alcanzar a la mayor parte del resto de actores de la población con poco esfuerzo: se lo cuentan a sus amigos, éstos a los suyos y todo el mundo lo sabe. Otros actores, en cambio, pueden tener dificultades para enterarse. Ellos pueden explicar cosas a la gente, pero la gente con la que se relacionan no está bien conectada y el mensaje no llega muy lejos. También es posible que si mis amigos y yo tenemos amigos en común, mi red esté bastante limitada, aunque tenga bastantes amigos. En cambio, si mis amigos tienen conexiones no redundantes el rango de mis conexiones se expande. Si los individuos difieren en su cercanía al resto de actores, entonces la posibilidad de estratificación a lo largo de esta dimensión crece. Además, una diferencia importante entre las “clases sociales” es no tanto el número de conexiones que los actores tienen, sino cuáles de esas conexiones se superponen y “limitan” o extienden o proporcionan “oportunidades”. Las poblaciones en su conjunto, entonces, pueden diferir en cómo de cerca están los actores a otros actores de media. Tales diferencias pueden ayudarnos a entender la difusión, homogeneidad, solidaridad y otras diferencias en las propiedades macro de los grupos sociales.

Los métodos de las redes sociales tienen un vocabulario para describir la conectividad y la distancia que podría, de entrada, parecer bastante formal y abstracto. Esto no es sorprendente ya que muchas de las ideas están tomadas directamente de la teoría matemática de grafos. Pero vale la pena el esfuerzo de batallar con la jerga. La precisión y el rigor de las definiciones nos permite comunicar claramente las propiedades importantes de la estructuras sociales –ya menudo lleva a perspectivas que no habrían sido posibles si hubiésemos usado aproximaciones menos formales.

## UN EJEMPLO

Las propiedades básicas de las redes son fáciles de aprender y comprender con ejemplos. Estudiar un ejemplo también proporciona aplicaciones sociológicamente significativas de la aplicación de formalismos. En este capítulo observaremos una red binaria dirigida simple que describe el flujo de información entre 10 organizaciones formales preocupadas por el bienestar social en una ciudad del medio Oeste de los Estados Unidos (Knoke and Burke). Por supuesto, los datos reticulares pueden obtenerse de formas variadas (relaciones no dirigidas, múltiples lazos, relaciones valoradas, etc.) y un ejemplo no puede contener todas las posibilidades. Sin embargo, pueden ser bastante sorprendente observar cuánta información puede ser “exprimida” de una simple matriz binaria usando los conceptos básicos de grafos.

Para redes pequeñas, es a menudo útil examinar directamente el grafo. Aquí tenemos un dígrafo (grafo dirigido) para los datos de la red de intercambio de información de Knoke:



Un ojo entrenado debería percibir inmediatamente unas cuantas cuestiones simplemente observando el grafo. Existen un número limitado de actores aquí (diez, de hecho) y todos ellos están conectados. Pero, claramente no todas las conexiones posibles están presentes y hay algunos “agujeros estructurales” (o al menos pequeños agujeros en la red social). Parecen existir algunas diferencias en cómo los actores están conectados (compara el actor número 7, un periódico, con el actor número 6, una organización para la defensa de los derechos sociales). Si se observa atentamente se podrá ver que algunas conexiones de los actores son probablemente recíprocas (esto es, A comparte información con B, B también comparte información con A); algún otro actor (e.g. 6 y 10 son probablemente más emisores que receptores

de información). Como resultado de la variación en cómo los actores están conectados y si los lazos son recíprocos, algunos actores pueden estar a bastante “distancia” de otros. Parecen haber grupos de actores que difieren en este sentido ( 1, 2, 4, 5, and 6 parecen estar en el centro de la acción, 6, 9, y 10 parecen ser más periféricos).

Una cuidadosa mirada al grafo puede ser muy útil para obtener una noción intuitiva de las importancia de las características de una red social. Con grandes poblaciones o muchas conexiones, sin embargo, los grafos no son de mucha ayuda. Observando el grafo podemos disponer de una buena visión intuitiva de lo que está pasando, pero nuestras descripciones de lo que vemos son bastante imprecisas (el párrafo anterior es un ejemplo de esto). Para ser más precisos, utilizar ordenadores que apliquen algoritmos para calcular las medidas matemáticas de las propiedades de los grafos, es necesario trabajar con matrices de adyacencia en lugar de con grafos.

	1COUN	2COMM	3EDUC	4INDU	5MAYR	6WRO	7NEWS	8UWAY	9WELF	10WEST
1COUN	---	1	0	0	1	0	1	0	1	0
2COMM	1	---	1	1	1	0	1	1	1	0
3EDUC	0	1	---	1	1	1	1	0	0	1
4INDU	1	1	0	---	1	0	1	0	0	0
5MAYR	1	1	1	1	---	0	1	1	1	1
6WRO	0	0	1	1	1	---	1	0	1	0
7NEWS	0	1	0	1	1	0	---	0	0	0
8UWAY	1	1	0	1	1	0	1	---	1	0
9WELF	0	1	0	0	1	0	1	0	---	0
10WEST	1	1	1	0	1	0	1	0	0	---

Hay diez filas y columnas, los datos son binarios y la matriz asimétrica. Como mencionamos en el capítulo en el que usamos matrices para representar redes , la fila es tratada como la fuente de información y la columna como la receptora. Haciendo algunas operaciones muy simples sobre esta matriz es posible desarrollar un útil y sistemático índice de números o medidas de algunas de las propiedades de la red que identificamos a simple vista en el grafo.

## CONEXIONES

Desde que las redes están definidas por sus actores y las conexiones entre ellos, es útil empezar nuestra descripción de las redes examinando esas propiedades simples. Centrándonos en primer lugar en la red en su conjunto, uno podría estar interesado en el número de actores, el número de conexiones que son posibles y el número de conexiones efectivamente existentes. Diferencias en el tamaño de las redes y en cómo los actores están conectados, nos explican dos cosas acerca de las poblaciones humanas que son críticas. Pequeños grupos difieren de los grandes grupos en muchos sentidos importantes –además, el tamaño de la población es una de las variables más importantes en el análisis sociológico. Las diferencias en cómo están conectados los actores en una población pueden ser un indicador clave de la solidaridad, la “densidad moral” y la “complejidad” de su organización social .

Los individuos, al igual que las redes, difieren en esas características demográficas básicas. Los actores individuales pueden tener pocos o muchos lazos. Los individuos pueden ser “fuentes” de relaciones, “agujeros” (actores que reciben pero no emiten) o ambos. Esas clases de diferencias básicas entre las conexiones inmediatas de los actores puede ser crítica explicando cómo ellos ven el mundo y cómo el mundo los ve a ellos. El número de clases de lazos que los actores tienen constituyen la base para la similitud o diferencia en relación a otros actores – y por tanto la posible diferenciación o estratificación. El número y clase de lazos que los actores tienen son claves para determinar hasta qué punto su inclusión en la red limita su conducta y el rango de oportunidades, influencia y poder que tienen.

Es posible que una red no esté completamente conectada. Se trata de una cuestión de accesibilidad. Pueden existir dos o más grupos desconectados en la población. Si no es posible que todos los actores puedan alcanzar al resto de los actores, entonces nuestra población está formada por más de un grupo. Los grupos pueden ocupar el mismo espacio o tener el mismo nombre pero no todos los miembros están conectados. Obviamente, tales divisiones en las poblaciones pueden ser sociológicamente relevantes. Desde el momento que una red no está conectada pueden darse las condiciones para estratificación y conflicto. Al nivel individual, el grado al cuál un actor puede alcanzar otros indica hasta qué punto los individuos están separados del conjunto, o hasta qué punto están aislados. Tal aislamiento puede tener una significación psicosocial. Si un actor no puede alcanzar o no puede ser alcanzado por otro, entonces puede que no exista aprendizaje, ayuda o influencia entre los dos.

Otra manera útil de mirar a las redes como un conjunto y la manera en la cuál los individuos están inmersos en ella, es examinar las estructuras locales. Las aproximaciones más comunes se han centrado en las díadas (series de dos actores) y en las tríadas (series de tres actores).

Con datos dirigidos, hay cuatro posibles relaciones diádicas: A y B no están conectados, A emite a B, B emite a A o A y B emiten mutuamente (con relaciones recíprocas sólo hay dos relaciones posibles –relación o ausencia de relación). Puede ser útil mirar a cada actor en términos de las clases de relaciones diádicas en las cuáles está inmerso. Un actor que emite pero no recibe puede ser bastante diferente de uno que emite y recibe relaciones. Un interés común en el análisis de las relaciones diádicas es hasta qué punto los lazos son recíprocos. Algunos teóricos sienten que existe una tendencia entre las díadas de disponer bien de relaciones equilibradas bien a que sean nulas y que los lazos asimétricos pueden ser inestables. Por supuesto, uno puede examinar la red en su conjunto y también las diferencias individuales. En un sentido, una red que tiene un predominio de lazos nulos o recíprocos por encima de las conexiones asimétricas puede ser más “igualitaria” o “estable” que otra en la que predominan las relaciones asimétricas (la cual podría ser más bien una jerarquía).

Los teóricos de los pequeños grupos argumentan que muchas de las más interesantes y básicas cuestiones de la estructura social se manifiestan cuando se examinan las tríadas. Tríadas permiten un rango mucho mayor de relaciones posibles (con relaciones dirigidas hay de hecho 64 tipologías posibles de relaciones entre tres actores!), incluyendo las relaciones que exhiben jerarquía, igualdad, y la formación de grupos exclusivos (e.g. el caso en el dos actores se conectan y excluyen a un tercero). Así, un pequeño grupo de investigadores sugieren que realmente todas las formas de relaciones sociales pueden ser observadas en tríadas. A causa de este interés, podemos realizar un “censo de tríadas” para cada actor y para la red en su conjunto. En particular podemos estar interesados en la proporción de tríadas que son “transitivas” (esto es, exhiben un tipo de equilibrio en el que si A dirige un lazo a B, y B dirige un lazo a C, entonces A también dirige un lazo a C). Estas tríadas transitivas o equilibradas son propuestas por algunos investigadores como el “equilibrio” o el estado natural hacia el cuál las relaciones triádicas tienden (¡no todos los teóricos estarían de acuerdo!).

Por tanto, hay realmente bastante que aprender acerca de cómo los actores están inmersos en las redes y de la estructura de la red examinando las adyacencias. Volvamos a nuestros datos sobre organizaciones en el campo del bienestar social y apliquemos esas ideas.

## **TAMAÑO, DENSIDAD Y GRADO**

El tamaño de una red es a menudo muy importante. Imaginemos un grupo de 12 estudiantes en un seminario. No sería difícil que los doce estudiantes se conociesen entre sí bastante bien y desarrollasen relaciones de intercambio (por ejemplo, compartir apuntes). Ahora imaginemos una gran clase de 300 estudiantes. Sería extremadamente difícil para cualquier estudiante conocer a todos los otros y sería virtualmente imposible una red única para compartir apuntes. El tamaño es crítico para la estructura de las relaciones sociales a causa de los recursos limitados y las capacidades de que cada actor dispone para construir y mantener lazos. A medida que el grupo crece, la proporción de todos los lazos que pudiesen (lógicamente) estar presentes ---densidad--- disminuirá y muy probablemente emergerán grupos y facciones diferenciados.

Nuestra red de ejemplo tiene 10 actores. Usualmente el *tamaño de la red* se obtiene simplemente contando el número de nodos. Si en una red existen  $(k * k-1)$  pares únicos de actores ordenados (esto es, AB es diferente de BA y se dejan de lado los lazos reflexivos), donde  $k$  es el número de actores. Puedes intentar verificar esta afirmación por ti mismo en pequeñas redes. Por tanto, en nuestra red de 10 actores, con datos dirigidos, existen 90 relaciones lógicamente posibles. Si tuviésemos lazos recíprocos o simétricos el número sería 45 desde el momento que la relación AB es la misma que la BA. El número de relaciones lógicamente posibles crece entonces exponencialmente a medida que el número de actores se incrementa linealmente. Por tanto, se deduce que el número lógicamente posible de estructuras sociales se incrementa (o, por definición, se incrementa la "complejidad") exponencialmente con el tamaño.

Redes completamente saturadas (por ejemplo una en la cual todos los lazos lógicamente posibles están de hecho presentes) son empíricamente raras, especialmente cuando existen más de unos cuantos actores en una población. Es útil observar hasta qué punto una red está a punto de alcanzar todo su potencial. Esto significa examinar la densidad de los lazos, la cual se define como la proporción de

relaciones existentes en relación a las posibles. Por esto es importante el informe de la rutina de estadística univariada de UCINET.

```
(Para la matriz completa)
*****
Mean          0.54
Std Dev       0.50
Sum           49
Variance      0.25
Minimum       0
Maximum       1
N of Obs      90
```

**Notas:** La media es 0.54. Esto es, la media del conjunto de todas las relaciones posibles (ignorando los lazos reflexivos) es 0,54. Dado que los datos son binarios esto significa que el 54% de todos los lazos posibles están presentes (o lo que es lo mismo: la densidad de la matriz). La desviación estándar es una medida de cuánta variación hay entre elementos. Si todos los elementos fuesen un 1 o todos un 0, la desviación estándar sería 0 –no habría variación. Aquí, la variabilidad media de un elemento a otro es 0,50, casi tan grande como la media. Por lo tanto, podría decirse que hay relativamente una gran cantidad de variación en las relaciones. Con datos binarios, la máxima variabilidad en los lazos –o la máxima incertidumbre sobre si cualquier lazo dado puede estar presente o ausente – se realiza en la densidad de 0.50. A medida que la densidad se aproxima a uno o alternativamente a cero, la desviación estándar y la varianza entre lazos se reduce.

Dado que los datos en nuestro ejemplo son asimétricos (esto es, lazos o relaciones dirigidas), podemos distinguir entre relaciones enviadas y relaciones recibidas. Observando la densidad para cada fila y para cada columna, podemos saber un poco acerca de la manera en la cuál los actores están inmersos en la densidad global. Aquí tenemos “al modo de las filas” los estadísticos univariados de nuestro ejemplo tomado de UCINET:

```
(para las filas o emisoras de lazos)
*****
Mean      Std D    Sum     Var
----      -
1  0.44    0.50    4.00   0.25
2  0.78    0.42    7.00   0.17
3  0.67    0.47    6.00   0.22
4  0.44    0.50    4.00   0.25
5  0.89    0.31    8.00   0.10
6  0.33    0.47    3.00   0.22
7  0.33    0.47    3.00   0.22
8  0.67    0.47    6.00   0.22
9  0.33    0.47    3.00   0.22
10 0.56    0.50    5.00   0.25
```

**Notas:** Los estadísticos de las filas nos explican el rol que cada actor juega como “fuente” de relaciones (en un grafo no dirigido). La suma de las conexiones de un actor con el resto (e.g. actor #1 envía información a los otros cuatro) se llama grado nodal de salida (para los datos simétricos, por supuesto, cada nodo tiene simplemente un grado nodal y no podemos distinguir el grado nodal del entrada del grado nodal de salida). El grado nodal de los puntos es importante porque nos explica cuántas conexiones tiene un actor. El grado nodal de salida es normalmente una medida de cuan influyente el actor puede ser. Podemos ver que el actor #5 envía lazos a todos los actores restantes menos uno; los actores #6, #7 y #9 envían información a sólo tres de los actores. Actores #2, #3, #5, y #8 son similares en el sentido de constituir fuentes de información para porciones importante de la red; los actores #1, #6, #7, y #9 son similares desde el punto de vista que no constituyen fuentes de información. Podríamos predecir que el primer grupo de organizaciones dispondrá de divisiones especializadas en

relaciones públicas, mientras que el segundo grupo podría no hacerlo. Los actores en el primer grupo podría tener un alto potencial de influencia; los actores de “en medio” serán influyentes si están conectados con los actores “correctos” y si no es así tendrán muy poca influencia. Por tanto, existe variación en los roles que esas organizaciones juegan como fuentes de información. Podemos normalizar esta información (y por lo tanto compararla con otras redes de diferentes tamaños) expresando el grado nodal de salida como la proporción del número de elementos en la fila. Esto es, calculando la media. El actor #10, por ejemplo, envía lazos al 56% de los restantes actores. Este dato lo podemos comparar entre redes de diferentes tamaños.

Otro modo de pensar acerca de cada actor como fuente de información es mirar a la varianza o la desviación estándar de las filas. Notamos que los actores con muy pocos lazos de salida, o muchos lazos de salida tienen menos variabilidad que aquellos que con niveles intermedios de relaciones. Esto nos dice algo: aquellos actores con lazos hacia cualquier otro, o con lazos a casi nadie son más "predecibles" en su conducta hacia otros que aquellos con números intermedios de relaciones. E un sentido, actores con muchos lazos (en el centro de la red) y actores en la periferia de una red (pocos lazos) tienen patrones de conducta que están más limitados y son más predecibles. Actores con solo algunos lazos pueden variar más en su conducta, dependiendo con quiénes están conectados.

Podemos también observar los datos de las columnas. Ahora, estamos mirando a los actores como “sumideros” o receptores de información. La suma de cada columna en la matriz de adyacencia es el *grado nodal de entrada del punto*. Esto es, cuántos actores envían información o lazos al nodo que estamos estudiando. Los actores que reciben información de muchas fuentes pueden ser prestigiosos (otros actores quieren ser conocidos por el actor y por lo tanto le envían información). Los actores que reciben información de muchas fuentes pueden ser también más poderosos –desde que “conocimiento es poder”. Pero, los actores que reciben un montón de información podrían sufrir también de “sobrecarga de información” o “ruido e interferencia” debida a los mensajes contradictorios de muchas fuentes.

```
(para las columnas o lazos recibidos)
*****
          1      2      3      4      5      6      7      8      9      10
          COUN COMM EDUC  INDU  MAYR  WRO  NEWS  UWAY  WELF  WEST
          ----  -
Mean     0.56  0.89  0.44  0.56  0.89  0.11  1.00  0.22  0.56  0.22
Std Dev  0.50  0.31  0.50  0.50  0.31  0.31  0.00  0.42  0.50  0.42
Sum      5.00  8.00  4.00  5.00  8.00  1.00  9.00  2.00  5.00  2.00
Variance 0.25  0.10  0.25  0.25  0.10  0.10  0.00  0.17  0.25  0.17
```

**Notas:** Mirando a las medias, podemos observar que hay mucha variación –más que para los emisores de información. Nosotros vemos que los actores #2, #5, y #7 son muy importantes. #2 y #5 también son importantes enviando información – por lo tanto ellos actúan como “comunicadores” y “facilitadores” en el sistema. El actor #7 recibe mucha información pero no envía demasiada. Por contra, el actor #7, es de hecho un “sumidero de información” – colecciona hechos, pero no los crea (al menos eso esperamos dado que el actor #7 es un periódico). Los actores #6, #8, y #10 parecen estar “fuera de juego” – esto es, no reciben

información de muchas fuentes directamente. El actor #6 tampoco envía mucha información – por lo tanto #6 parece estar “aislado”. Los números #8 y #10 envían relativamente más información de la que reciben. Uno podría sugerir que ellos son “recién llegados” que podrían intentar ser influyentes, pero que de hecho carecen de las claves adecuadas.

Podemos aprender mucho de la red en general, y sobre las limitaciones estructurales de los actores individuales, e incluso formular algunas hipótesis sobre los roles sociales y las tendencias de comportamiento simplemente observando los nodos adyacentes y calculando algunos estadísticos básicos. Antes de discutir la ligeramente más compleja idea de distancia, hay un par más de aspectos de la “conectividad” que suelen ser de interés.

## **ACCESIBILIDAD**

Un actor es “accesible” por otro si existe un conjunto de conexiones mediante las cuales podamos trazar un camino, desde la fuente hasta el destino, y sin tener en cuenta cuántos otros nodos puedan estar entre ellos. Si los datos son asimétricos o dirigidos, es posible que el actor A pueda alcanzar al actor B, pero que el actor B no pueda alcanzar al actor A. Con lazos simétricos o recíprocos, por supuesto, cada par de actores es accesible si uno de ellos está conectado con el otro. Si algunos actores en una red no pueden alcanzar a otros, entonces existe una división potencial de la red. O, podría indicar que la población que estamos estudiando está realmente compuesta de más de una subpoblaciones separadas.

En los datos de intercambio de información de Knoke, se demuestra que todos los actores son accesibles por todos. Esto es algo que se puede verificar a simple vista.. Observa si es posible encontrar un par de actores cualquiera en el diagrama de tal forma que no sea posible trazar un camino desde el primero hasta el segundo mediante flechas que apuntan siempre en la misma dirección (¡no pierdas tiempo con esto porque no existe tal posibilidad!).

## **RECIPROCIDAD Y TRANSITIVIDAD**

En algunos casos podría ser útil clasificar las relaciones diádicas de cada actor y la para la red en general. Hemos hecho esto en la siguiente tabla:

Nodos	Sin lazos	Lazos entrantes	Lazos salientes	Lazos recíprocos	Tamaño del vecindario
1COUN	2	3	0	4 (58%)	7
2COMM	1	1	0	7 (88%)	8
3EDUC	3	0	2	4 (67%)	6
4INDU	3	2	1	3 (50%)	6
5MAYR	1	0	0	8 (100%)	8
6WRO	6	0	2	1 (33%)	3
7NEWS	0	5	0	4 (44%)	9
8UWAY	3	0	4	2 (33%)	6
9WELF	3	2	1	3 (50%)	6
10WEST	4	0	3	2 (40%)	5
Whole Network	39	13	13	38 (75%)	51

El tamaño del vecindario para cada actor es el número de otros actores a los cuáles son adyacentes. Cuando tabulamos los datos acerca de las adyacencias de los actores como hemos hecho aquí, existe la tendencia a caracterizar los actores en términos de la similitud de sus perfiles de relaciones (hablaremos de esto más adelante). Algunos de los actores son predominantemente “fuentes” (esto es, tienen tendencia a enviar más que a recibir -- actores #3, #6, y #8). Algunos actores pueden ser predominantemente “sumideros” (esto es, tienen tendencia a recibir más que a enviar -- actores #1, #5). Otros actores pueden ser “transmisores” que tanto envían como reciben, pero a diferentes actores. Seguramente más interesante es que los actores difieren de forma bastante marcada en su implicación en relaciones mutuas o recíprocas. Los actores #2 y #5 se diferencian especialmente por tener relaciones “simétricas” o equilibradas con otros actores.

Para la red en su conjunto, notamos que una proporción considerable de las relaciones son recíprocas. Tal estructura es una en la cual una gran cantidad de inmediatas comunicaciones en los dos sentidos pueden ocurrir. Esto puede sugerir una estructuración del campo de relaciones bastante poco jerárquica y un campo en el cual existen muchas relaciones locales y particulares en ambas direcciones en lugar de una estructura monolítica o *establishment*.

Es también útil examinar las conexiones en términos de relaciones triádicas. El número de triadas que existen con 10 actores es muy grande; y, con datos dirigidos, cada una de las triadas podría clasificarse en uno de los 64 tipos. Más comúnmente, el interés se ha centrado en las triadas transitivas. El principio de transitividad significa que si A está enlazada a B y B está enlazada a C, entonces A tendría que estar enlazada a C. La idea, como “equilibrio” y “reciprocidad” es que las relaciones triádicas (cuando existen relaciones entre los actores) deberían tender hacia la transitividad o el equilibrio. Una forma especial de esta idea se conoce como la “teoría del equilibrio”. La teoría del equilibrio trabaja especialmente con relaciones de efecto positivo o negativo. Se supone que si a A le gusta B y a B le gusta C, entonces a A le debería gustar C. O también, si a A le gusta B y a B no le gusta C, entonces a A no le debería gustar C.

Para la red de información de Knoke, UCINET informa que el 20.3% de todas las triadas que podían ser transitivas (por ejemplo, aquellas triadas con tres o más lazos conectando todos los actores) son transitivas. Esto no es un nivel especialmente alto, y sugiere bien que la teoría hacia el equilibrio no ha podido darse en estos datos (seguramente porque el sistema no ha funcionado demasiado tiempo), o que la teoría no se aplica en este caso (más probablemente).

## **DISTANCIA**

Las propiedades de la red que hemos examinado hasta el momento tienen que ver principalmente con adyacencias –las relaciones directas de uno actor con el siguiente. Pero la manera en la que la gente está inmersa en las redes es más compleja que esto. Dos personas, llamémoslas A y B, pueden cada una tener cinco amigos. Pero supongamos que ninguno de los amigos de A tiene amigos excepto A. En cambio, cada uno de los cinco amigos de B tiene cinco amigos. La información disponible para B y el potencial de B para influir es mucho más grande que el de A. Esto es, a veces ser el “amigo de un amigo” puede tener bastantes consecuencias.

Para capturar este aspecto de cómo las personas están inmersas en las redes, una aproximación importante consiste en examinar la distancia a la que está situado un actor en relación a los demás. Si dos actores son adyacentes, la distancia entre ellos es una (esto es, una señal necesita un paso para llegar desde el emisor hasta el receptor). Si A habla con B, B habla con C (y A no habla con C), entonces los actores A y C están a una distancia de dos. Cuántos actores están a diferentes distancias unos de otros puede ser importante para entender las diferencias entre actores en las

limitaciones y oportunidades que tienen como resultado de su posición. A veces estamos también interesados en de cuántas maneras se pueden conectar dos actores con una distancia dada. Esto es, puede el actor A alcanzar al actor B en más de una manera? A veces, conexiones múltiples pueden indicar una conexión más fuerte entre dos actores que una sola relación.

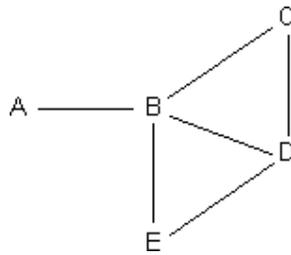
Las distancias entre actores en una red puede ser una importante característica macro de una red en su conjunto. Cuando las distancias son grandes, puede tomar un largo período de tiempo a una información difundirse a través de una población. Puede ser también que algunos actores sean bastante poco conscientes de este hecho y que estén influenciados por otros –incluso si son técnicamente accesibles, el costo puede ser demasiado alto para comportar intercambios. La variabilidad en las distancias que tienen con otros actores puede constituir la base de la diferenciación e incluso de la estratificación. Esos actores que están próximos a muchos otros pueden ser capaces de ejercer más poder que aquellos que están más distantes. En el próximo capítulo profundizaremos en este aspecto de la variabilidad en las distancias de los actores.

Por el momento, tenemos que aprender un poco de la jerga que es utilizada para describir las distancias entre actores: paseos, caminos y semicaminos. Utilizando esas definiciones básicas, podremos desarrollar algunas maneras más potentes de describir varios aspectos entre los actores en una red.

## **PASEOS, ETC.**

Para describir las distancias entre actores en una red con precisión, necesitamos algo de terminología. Y, como puede imaginarse, no es lo mismo hablar de un grafo simple o de un grafo conectado. Si A y B son adyacentes en un simple grafo, ellos tienen una distancia de uno. En un grafo dirigido, sin embargo, A puede ser adyacente a B mientras B no es adyacente a A – la distancia de A a B es uno, pero no hay distancia de B a A. A causa de esta diferencia necesitamos términos ligeramente diferentes para describir las distancias entre actores en grafos y dígrafos.

**Grafos simples:** La forma más general de conexión entre dos actores en un grafo se llama un *paseo*. Un paseo es una secuencia de actores y relaciones que empiezan y terminan con actores. Un paseo cerrado es uno en el cuál el principio y el punto final del camino son el mismo actor. *Los paseos no están restringidos.* Un paseo puede implicar el mismo actor o la misma relación múltiples veces. Un ciclo es un paseo especialmente restringido que se usa a menudo para examinar los vecindarios (los puntos adyacentes) de los actores. Un ciclo es un paseo cerrado de tres o más actores, todos los cuales son diferentes, excepto por lo que se refiere al actor de origen-destino. La longitud de un paseo es simplemente el número de relaciones contenidas en él. Por ejemplo, considera este grafo:

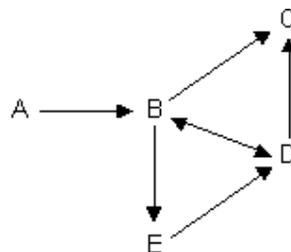


Hay muchos paseos en un grafo (de hecho, un número infinito si deseamos introducir paseos de cualquier longitud – a pesar que, usualmente, restringimos nuestra atención a paseos de pequeñas longitudes). Para ilustrar solo uno cuántos empezamos por el actor A y vayamos al actor C. Hay un paseo de longitud 2 (A,B,C). Hay un paseo de longitud tres (A,B,D,C). Existen algunos paseos de longitud 4 (A,B,E,D,C; A,B,D,B,C; A,B,E,B,C). A causa de que no están restringidos, los mismo actores y relaciones pueden usarse más de una vez en un camino dado. No hay ciclos que comiencen y acaben en A. Hay algunos que empiezan y acaban con el actor B (B,D,C,B; B,E,D,B; B,C,D,E,B).

Normalmente es más útil restringir de alguna manera nuestra noción de lo que constituye una conexión. Una posibilidad es restringir el cómputo de los paseos solamente a los paseos que no rehúsan las relaciones. Un *sendero* entre dos actores es cualquier paseo que incluye una relación dada solamente una vez (el resto de actores, sin embargo, pueden ser parte de un sendero en múltiples ocasiones). La longitud de un sendero es el número de relaciones que contiene. Si el sendero empieza y acaba con el mismo actor, se llama un *sendero cerrado*. En nuestro ejemplo anterior, existen algunos senderos que van de A a C. Están excluidos trazados como A,B,D,B,C (el cual es un paseo, pero no es un sendero porque la relación entre B y D se usa más de una vez).

Seguramente, la definición más útil de una conexión entre dos actores (o entre un actor y él mismo) es un *camino*. Un camino es un paseo en el cuál cada otro actor y cada otra relación en el grafo puede usarse una sola vez. La única excepción la constituye un *camino cerrado*, el cuál empieza y acaba con el mismo actor. Todos los caminos son senderos y paseos, pero todos los paseos y senderos no son caminos. En nuestro ejemplo, hay un número limitado de caminos conectando A y C: A,B,C; A,B,D,C; A,B,E,D,C.

**Grafos dirigidos:** Paseos, senderos y caminos también pueden definirse para los grafos dirigidos. Pero existen dos modalidades de cada, dependiendo si queremos tomar en cuenta la dirección o no. *Semi-paseos*, *semi-senderos*, y *semi-caminos* son los mismos que para los datos no dirigidos. Definiendo esas distancias, la direccionalidad de las conexiones es simplemente ignorada (esto es, flechas –o lazos dirigidos que son tratados como si fuesen líneas – lazos no dirigidos). Como siempre, la longitud de esas distancias es el número de relaciones en el paseo, sendero o camino. Si no queremos prestar atención a la direccionalidad de las conexiones podemos definir paseos, senderos y caminos de la misma manera que hicimos antes, pero con la restricción que no podemos “cambiar la dirección” a medida que nos movemos a través de las relaciones de actor a actor. Considera un grafo dirigido:



En este dígrafo existe un número de paseos de A a C. Sin embargo, no existen paseos que partan de C (o de cualquier otro) a A. Algunos de esos paseos de A a C son también senderos (e.g. A,B,E,D,B,C). Hay, sin embargo, sólo tres caminos de A a C. Un camino es de longitud 2 (A,B,C); uno es de longitud tres (A,B,D,C); uno es de longitud cuatro (A,B,E,D,C).

Las varias clases de conexiones (paseos, senderos, caminos) nos provee de diferentes maneras de pensar acerca de las distancias entre actores. La principal razón por la que los analistas de redes están preocupados con esas distancias es que proveen un camino para pensar acerca de la fuerza de lazos o relaciones. Los actores que están conectados con distancias cortas o de poca longitud pueden tener relaciones más fuertes; los actores que están conectados muchas veces (por ejemplo teniendo muchos caminos en lugar de uno sólo) pueden tener lazos más fuertes. Su conexión puede también estar menos sujeta a interrupciones y, por lo tanto, ser más estable y fiable .

Observemos brevemente las distancias entre los pares de actores en los datos de Knoke sobre flujos de información dirigida:

```
# paseos de longitud 1
      1
      1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
      - - - - -
1  0 1 0 0 1 0 1 0 1 0
2  1 0 1 1 1 0 1 1 1 0
3  0 1 0 1 1 1 1 0 0 1
4  1 1 0 0 1 0 1 0 0 0
5  1 1 1 1 0 0 1 1 1 1
6  0 0 1 0 0 0 1 0 1 0
7  0 1 0 1 1 0 0 0 0 0
8  1 1 0 1 1 0 1 0 1 0
9  0 1 0 0 1 0 1 0 0 0
10 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0

# paseos de longitud 2
      1
      1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
      - - - - -
1  2 3 2 3 3 0 3 2 2 1
2  3 7 1 4 6 1 6 1 3 2
3  4 4 4 3 4 0 5 2 3 1
4  2 3 2 3 3 0 3 2 3 1
5  4 7 2 4 8 1 7 1 3 1
6  0 3 0 2 3 1 2 0 0 1
7  3 2 2 2 2 0 3 2 2 1
8  3 5 2 3 5 0 5 2 3 1
9  2 2 2 3 2 0 2 2 2 1
10 2 4 2 4 4 1 4 2 3 2

# paseos de longitud 3
      1  2  3  4  5  6  7  8  9 10
      - - - - -
1  12 18  7 13 18  2 18  6 10  5
2  20 26 16 21 27  1 28 13 18  7
3  14 26  9 19 26  4 25  8 14  8
4  12 19  7 13 19  2 19  6 10  5
5  21 30 17 25 29  2 31 15 21 10
6   9  8  8  8  8  0 10  6  7  3
7   9 17  5 11 17  2 16  4  9  4
8  16 24 11 19 24  2 24 10 15  7
9  10 16  5 10 16  2 16  4  8  4
10 16 23 11 16 23  2 24  8 13  6

Número total de paseos (longitudes 1, 2, 3)
      1  2  3  4  5  6  7  8  9 10
      - - - - -
1  14 21  9 16 21  2 21  8 12  6
2  23 33 17 25 33  2 34 14 21  9
3  18 30 13 22 30  4 30 10 17  9
4  14 22  9 16 22  2 22  8 13  6
5  25 37 19 29 37  3 38 16 24 11
6   9 11  8 10 11  1 12  6  7  4
7  12 19  7 13 19  2 19  6 11  5
8  19 29 13 22 29  2 29 12 18  8
9  12 18  7 13 18  2 18  6 10  5
10 18 27 13 20 27  3 28 10 16  8
```

El inventario del total de conexiones entre actores es útil principalmente para tener una idea de cómo de “cerca” un par de actores está, y del grado de acoplamiento del sistema en su conjunto. Aquí, podemos ver que usando solamente las conexiones de dos pasos (por ejemplo, un “amigo de un amigo”), hay una gran cantidad de conexión de promedio en el grafo; nosotros también vemos que hay grandes diferencias entre actores en su grado de conectividad y a quién están conectados. Esas diferencias pueden ser usadas para comprender cuánta información se mueve en la red, qué actores influirán probablemente a otros y un número determinado de otras importantes propiedades.

## **DIÁMETRO Y DISTANCIA GEODÉSICA**

Una definición determinada de la distancia entre actores en una red es usada por muchos algoritmos para definir propiedades más complejas de las posiciones de los individuos y de la estructura de la red en su conjunto. Esta cantidad es la distancia geodésica. Tanto para datos dirigidos como no dirigidos, la distancia geodésica es el número de relaciones en el camino más corto posible de un actor a otro (o de un actor a él mismo y, si somos cuidadosos, no deberíamos tenerla en cuenta).

La distancia geodésica es ampliamente usada en análisis de redes sociales. Pueden haber muchas conexiones entre dos actores en una red. Si consideramos cómo la relación entre dos actores puede proveer a cada otro con oportunidades y limitaciones, puede darse el caso que no todos los lazos importen. Por ejemplo, supongamos que estoy intentando enviar un mensaje a Sue. Dado que conozco su dirección de correo electrónico, puedo enviarle un mensaje directamente (un camino de longitud 1). Yo también conozco a Donna, y sé que Donna tiene el correo electrónico de Sue. Yo podría enviar un mensaje para Sue a Donna, y pedirle que se lo reenviase. Éste sería un camino de longitud 2. Delante de esta disyuntiva yo probablemente escogeré el camino geodésico (esto es, el directo a Sue) a causa que da menos problemas y es más rápido y también a que no depende de Donna. Por lo tanto, el camino geodésico (o caminos, pues pueden haber más de uno) es a menudo el “óptimo” o “más eficiente” entre dos actores. Muchos algoritmos en análisis de redes sociales asumen que los actores usan los caminos geodésicos cuando existen alternativas.

Usando UCINET, podemos fácilmente localizar las longitudes de los caminos geodésicos en nuestros datos dirigidos sobre intercambios de información.

Distancias geodésicas para intercambios de información

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	0	1	2	2	1	3	1	2	1	2
2	1	0	1	1	1	2	1	1	1	2
3	2	1	0	1	1	1	1	2	2	1
4	1	1	2	0	1	3	1	2	2	2
5	1	1	1	1	0	2	1	1	1	1
6	3	2	1	2	2	0	1	3	1	2
7	2	1	2	1	1	3	0	2	2	2
8	1	1	2	1	1	3	1	0	1	2
9	2	1	2	2	1	3	1	2	0	2
10	1	1	1	2	1	2	1	2	2	0

**Notas:** A causa de que la red es densa, el camino geodésico es generalmente pequeño. Esto sugiere que la información puede viajar bastante rápidamente en esta red. Obsérvese también que hay una distancia geodésica para cada uno de los pares  $xy$  e  $yx$  -- esto es, el grafo está plenamente conectado y los actores son "accesibles" por todos los otros (o lo que es lo mismo: existe un camino de alguna longitud de cualquier actor a cualquier actor). Cuando una red no está plenamente conectada, no podemos definir las distancias geodésicas entre los pares. la aproximación estándar en estos casos es tratar la distancia geodésica entre actores desconectados como la longitud mayor de todas las presentes en las distancias reales de los datos. Para cada actor, calcularíamos la media y la desviación estándar de sus distancias geodésicas para describir su grado de cercanía al resto de actores. Para cada actor, esa distancia geodésica mayor se llama *excentricidad* – una medida de cómo de lejos un actor está del más alejado.

A causa que la red está totalmente conectada, un mensaje que empieza en algún lugar alcanzará eventualmente cualquier otro. A pesar que el programa no lo calcula, podría calcularse la media (o mediana) de la distancia geodésica, y la desviación estándar de la matriz, y para cada actor desde las filas y desde las columnas. Esto nos explicaría cómo de lejos un actor está de otro y cómo de lejos y quién puede estar intentando influenciarlo. Esto también nos explica qué actores tienen una conducta más predecible (en este caso, si han oído algo o no) y menos predecible.

Mirando la red total, podemos ver que está conectada y que la distancia geodésica promedio es bastante pequeña. Esto sugiere un sistema en el cual la información probablemente alcanzará a cualquiera y que lo hará rápidamente. Para obtener otra noción del tamaño de una red, podríamos pensar en su diámetro. El *diámetro de una red* es la distancia geodésica más larga existente en la red (conectada). En este caso, ningún actor está situado a más de tres pasos de cualquier otro – una red bastante "compacta". El diámetro de una red nos explica cómo de "grande" ésta es en un sentido (esto es, cuántos pasos son necesarios para ir de un sitio a otro). El diámetro es también una medida útil que puede servirnos para marcar el límite superior de las longitudes de los caminos que estamos estudiando. Muchos investigadores limitan sus exploraciones a las conexiones entre actores para incluir conexiones que no son más largas que el diámetro de la red.

A veces la redundancia de la conexión es una importante característica de la estructura de una red. Si hay muchos caminos eficientes conectando dos actores, las probabilidades que una señal irá de un sitio a otro mejoran. Por supuesto, si dos actores son adyacentes, solamente existiría este camino. A continuación pueden verse los pares entre los que hay más de un camino geodésico:

# de caminos geodésicos en intercambios de información

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	2	3	-	2	-	2	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
3	4	-	-	-	-	-	-	2	3	-
4	-	2	-	-	2	-	2	3	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	9	3	-	2	3	-	-	6	-	-
7	3	-	2	-	-	2	-	2	2	-
8	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-
9	2	-	2	3	-	2	-	2	-	-
10	-	-	-	4	-	-	-	2	3	-

**Notas:** Podemos ver que muchas de las conexiones geodésicas entre esos actores no son solamente de corta distancia, pero que muchas veces hay múltiples caminos más cortos de x a y. Esto sugiere un par de cosas: el flujo de información probablemente no se interrumpirá a causa de los múltiples caminos; y será difícil para cualquier individuo ser un “intermediario” poderoso en esta estructura a causa de que muchos actores tienen caminos alternativos eficientes de conexión a otros actores que pueden obviar el paso por un actor determinado.

## FLUJO, COHESIÓN E INFLUENCIA

El uso de caminos geodésicos para examinar las propiedades de las distancias entre individuos y para la red total a menudo tiene mucho sentido. Pero hay muchos otros casos en los que la distancia entre dos actores y la conectividad del grafo en su conjunto se concibe mejor al implicar todas las relaciones – no sólo las más eficientes. Si yo comienzo un rumor, por ejemplo, éste pasará a través de la red por todos los caminos disponibles – y no sólo por los más eficientes. El crédito que una persona de a mi rumor puede depender de cuántas veces lo ha escuchado por diferentes lados – y no lo pronto que lo escucharon. Para usos de la distancia como éste necesitamos tener en cuenta todas las conexiones entre actores.

Se han desarrollado algunas aproximaciones para contar la cantidad de conexiones entre pares de actores que tengan en cuenta todas las conexiones entre ellos. Esas medidas han sido usadas para diferentes propósitos y esas diferencias se reflejan en los algoritmos usados para calcularlas. Examinemos esas tres ideas.

**Flujo máximo:** Una noción de cómo cuánto están dos actores totalmente conectados (llamada flujo máximo por UCINET) pregunta cuantos actores diferentes en el vecindario de un emisor llevan a caminos hacia el destinatario. Si necesito transmitirte un mensaje y sólo hay una persona a la que pueda enviárselo para retransmitirlo, mi conexión es débil – incluso si la persona a la que envío el mensaje tiene muchas maneras de alcanzarte. Si, por otro lado, hay cuatro personas a las cuales yo puedo enviar mi mensaje, entonces mi conexión es más fuerte. Este aproximación al “flujo” sugiere que la fuerza de mi lazo hacia ti no es más fuerte que el lazo más débil en las cadenas de conexiones, donde debilidad significa carecer de alternativas. Esta aproximación a la conexión entre actores está conectada con la noción de grado de intermediación que examinaremos en el siguiente capítulo. También es lógicamente cercana a la idea que el número de caminos, y no su longitud, puede ser importante para conectar gente. Para nuestros datos diseccionados, los resultados del recuento de UCINET del flujo máximo se muestran a continuación. Debería verificarse por uno mismo que, por ejemplo, hay cuatro

“cuellos de botella” en los flujos del actor 1 al actor 2, pero cinco de tales cuellos en el flujo del actor 2 al actor 1.

```

Flujo máximo
          1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
          COCOEDINMAWRNEUWWEWE
1 COUN  0 4 3 4 4 1 4 2 4 2
2 COMM  5 0 3 5 7 1 7 2 5 2
3 EDUC  5 6 0 5 6 1 6 2 5 2
4 INDU  4 4 3 0 4 1 4 2 4 2
5 MAYR  5 8 3 5 0 1 8 2 5 2
6 WRO   3 3 3 3 3 0 3 2 3 2
7 NEWS  3 3 3 3 3 1 0 2 3 2
8 UWAY  5 6 3 5 6 1 6 0 5 2
9 WELF  3 3 3 3 3 1 3 2 0 2
10 WEST 5 5 3 5 5 1 5 2 5 0

```

SINGLE-LINK HIERARCHICAL CLUSTERING

```

      U C E I M N C W W
W W O D N A E O E E
R A U U D Y W M L S
O Y N C U R S M F T

```

```

Level  6 8 1 3 4 5 7 2 9 0
-----
      8 . . . . XXXXX . .
      5 . . XXXXXXXXXXXXXXXX .
      2 . XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

**Notas:** Como casi cualquier otra medida de las relaciones entre pares de actores, puede ser útil ver si podemos clasificar los actores siendo más o menos similares los unos a los otros en términos del patrón de relaciones con el resto de actores. El análisis de *clusters* es una útil técnica para encontrar grupos de actores que tienen relaciones similares con otros. Tendremos mucho que decir sobre este tema en los últimos capítulos.

En el ejemplo actual, vemos que los actores #2, 5, y 7 son relativamente similares entre sí en términos de la distancia máxima de flujo al resto de actores. Una rápida comprobación del grafo revela porqué esto es así. Esos tres actores tienen diferentes maneras de acceder los unos a los otros y al resto de actores en la red. En este sentido, son muy diferentes del actor 6, el cuál puede depender de hasta tres otros actores para establecer la conexión.

**Cohesión de Hubbell y Katz:** La aproximación de flujo máximo se centra en la vulnerabilidad o redundancia de la conexión entre pares de actores – un argumento del tipo “tan fuerte como el lazo más débil”. Como aproximación alternativa, podríamos considerar la fuerza de todos los lazos al definir la conexión. Si estamos interesados en cuánto dos actores puede influenciar mutuamente, o compartir un sentido de posición común, el rango completo de sus conexiones debería ser considerado.

Incluso si queremos incluir todas las conexiones entre dos actores, puede ser que en muchas ocasiones no tenga ningún sentido considerar un camino de longitud 10 tan importante como uno de longitud 1. La aproximación de Hubbell y Katz cuenta el total de conexiones entre los actores (lazos para datos no dirigidos, lazos que envían y reciben para datos dirigidos). Cada conexión, sin embargo, es ponderada en relación a su longitud. Cuanto más grande sea la longitud, más débil será la conexión. Hasta qué punto la conexión se vuelve débil incrementando la longitud depende de un factor de “atenuación”. En nuestro siguiente ejemplo hemos usado un factor de atenuación de 0.5. Esto es, un punto adyacente recibe el peso de 1, un paseo de longitud 2 recibe un peso de 0.5, una conexión de longitud 3 recibe un peso de 0,25, etc. La aproximación de Hubbell y Katz es muy similar. Katz incluye una matriz identidad (una conexión de un actor consigo mismo) como la conexión más fuerte; la aproximación de Hubbell no lo hace. Calculadas por UCINET, ambas aproximaciones “normalizan” los resultados desde grandes distancias negativas (esto, actores que están relativamente muy cerca de otros pares o tienen una alta cohesión) a grandes números positivos (esto es, los actores que tienen una gran distancia relativa al resto).

Method: HUBBELL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	COUN	COMM	EDUC	INDU	MAYR	WRO	NEWS	UWAY	WELF	WEST
1 COUN	-0.67	-0.67	2.00	-0.33	-0.67	2.00	0.33	-1.33	-1.33	1.33
2 COMM	-0.92	-0.17	1.50	-0.08	-0.67	1.50	0.08	-0.83	-1.08	0.83
3 EDUC	5.83	3.33	-11.00	0.17	3.33	-11.00	-2.17	6.67	8.17	-7.67
4 INDU	-1.50	-1.00	3.00	0.50	-1.00	3.00	0.50	-2.00	-2.50	2.00
5 MAYR	1.25	0.50	-2.50	-0.25	1.00	-2.50	-0.75	1.50	1.75	-1.50
6 WRO	3.83	2.33	-8.00	0.17	2.33	-7.00	-1.17	4.67	6.17	-5.67
7 NEWS	-1.17	-0.67	2.00	0.17	-0.67	2.00	0.83	-1.33	-1.83	1.33
8 UWAY	-3.83	-2.33	7.00	-0.17	-2.33	7.00	1.17	-3.67	-5.17	4.67
9 WELF	-0.83	-0.33	1.00	-0.17	-0.33	1.00	0.17	-0.67	-0.17	0.67
10 WEST	4.33	2.33	-8.00	-0.33	2.33	-8.00	-1.67	4.67	5.67	-4.67

Method:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	COUN	COMM	EDUC	INDU	MAYR	WRO	NEWS	UWAY	WELF	WEST
1 COUN	-1.67	-0.67	2.00	-0.33	-0.67	2.00	0.33	-1.33	-1.33	1.33
2 COMM	-0.92	-1.17	1.50	-0.08	-0.67	1.50	0.08	-0.83	-1.08	0.83
3 EDUC	5.83	3.33	-12.00	0.17	3.33	-11.00	-2.17	6.67	8.17	-7.67
4 INDU	-1.50	-1.00	3.00	-0.50	-1.00	3.00	0.50	-2.00	-2.50	2.00
5 MAYR	1.25	0.50	-2.50	-0.25	0.00	-2.50	-0.75	1.50	1.75	-1.50
6 WRO	3.83	2.33	-8.00	0.17	2.33	-8.00	-1.17	4.67	6.17	-5.67
7 NEWS	-1.17	-0.67	2.00	0.17	-0.67	2.00	-0.17	-1.33	-1.83	1.33
8 UWAY	-3.83	-2.33	7.00	-0.17	-2.33	7.00	1.17	-4.67	-5.17	4.67
9 WELF	-0.83	-0.33	1.00	-0.17	-0.33	1.00	0.17	-0.67	-1.17	0.67
10 WEST	4.33	2.33	-8.00	-0.33	2.33	-8.00	-1.67	4.67	5.67	-5.67

Como todas las medidas de las propiedades de pares de actores se podría analizar la información mucho más. Podríamos ver qué individuos son similares a qué otros (esto es, ¿a qué grupos o estratos definidos por la similaridad del total de sus conexiones al resto de nodos en la red pertenecen?). Nuestro interés podría también centrarse en la red total, dónde podríamos examinar el grado de varianza y la forma de la distribución de las conexiones de las diadas. Por ejemplo, una red en la cual todos los pares de actores estuviesen totalmente conectados podría suponerse que se comportaría de manera muy diferente que una en la que hubiesen diferencias radicales entre los actores.

**La influencia de Taylor:** La aproximación de Hubbell y Katz puede tener más sentido cuando se aplica a datos simétricos, a causa de que no presta atención a las direcciones o a las conexiones (por ejemplo, los lazos de A dirigidos a B son tan importantes como los de B dirigidos a A a la hora de definir la distancia o solidaridad –cercanía—entre ellos). Si estamos más específicamente interesados en la influencia de A sobre B en un grafo dirigido, la aproximación a la influencia de Taylor propone una interesante alternativa.

La medida de Taylor, como las otras, usa todas las conexiones y aplica un factor de atenuación. Más que estandarizar completamente la matriz resultante, sin embargo, se adopta una aproximación diferente. Los marginales de las columnas para cada actor son sustraídos de los marginales de las filas y el resultado es entonces normalizado. Traducido al español lo que hacemos es mirar al equilibrio entre los actores que envían conexiones (marginales de filas) y los actores que reciben conexiones (marginales de columnas). Los valores positivos reflejan entonces una preponderancia en enviar sobre recibir de un actor de la pareja – o un equilibrio de influencia entre los dos. Nótese que el periódico (#7) muestra disponer de influencia neta en relación con la mayoría del resto de actores, mientras que la organización para la defensa de los derechos al bienestar social (#6) tiene un balance negativo con la mayor parte de los otros actores.

Method: TAYLOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	COUN	COMM	EDUC	INDU	MAYR	WRO	NEWS	UWAY	WELF	WEST
1 COUN	0.00	-0.02	0.23	-0.07	0.12	0.11	-0.09	-0.15	0.03	0.18
2 COMM	0.02	0.00	0.11	-0.06	0.07	0.05	-0.05	-0.09	0.05	0.09
3 EDUC	-0.23	-0.11	0.00	0.17	-0.36	0.18	0.26	0.02	-0.44	-0.02
4 INDU	0.07	0.06	-0.17	0.00	0.05	-0.17	-0.02	0.11	0.14	-0.14
5 MAYR	-0.12	-0.07	0.36	-0.05	0.00	0.30	0.01	-0.23	-0.13	0.23
6 WRO	-0.11	-0.05	-0.18	0.17	-0.30	0.00	0.19	0.14	-0.32	-0.14
7 NEWS	0.09	0.05	-0.26	0.02	-0.01	-0.19	0.00	0.15	0.12	-0.18
8 UWAY	0.15	0.09	-0.02	-0.11	0.23	-0.14	-0.15	0.00	0.28	0.00
9 WELF	-0.03	-0.05	0.44	-0.14	0.13	0.32	-0.12	-0.28	0.00	0.31
10 WEST	-0.18	-0.09	0.02	0.14	-0.23	0.14	0.18	-0.00	-0.31	0.00

Como la muchas otras medidas las diferentes aproximaciones a la distancia entre actores y en la red en su conjunto provee de un conjunto de alternativas. Ninguna definición para definir la distancia será la "correcta" para una propósito determinado. A veces realmente no sabemos a priori que aproximación puede ser la mejor y normalmente tenemos que ver cómo funcionan algunas de ellas.

## RESUMEN

Existe una gran cantidad de información los individuos y la población en una simple matriz de adyacencia. En este capítulo has aprendido mucha terminología para describir las conexiones y distancias entre actores y también para describir las poblaciones completas. En un análisis de redes básico se suele focalizar en el vecindario inmediato: las díadas y las tríadas en las cuales están inmersos. El grado de un actor, y el grado nodal de entrada y de salida (si los datos son dirigidos) nos explica hasta qué punto un actor puede estar limitado por o limitar a otros. Esta conocimiento puede ser útil para describir la estructura de oportunidades de un actor. Nosotros también hemos visto que es posible describir "tipos" de actores que pueden formar grupos o estratos sobre la base de las posiciones que ocupan en la estructura de oportunidades -- e.g. "aislados" "emisores" etc.

La mayor parte del tiempo y esfuerzo de los actores sociales se invierte en contextos locales –interactuando en díadas y tríadas. Buscando todas las conexiones de los actores, hemos sugerido que el grado de "reciprocidad", "equilibrio" y "transitividad" en las relaciones puede ser entendido como un importante indicador de estabilidad e institucionalización (esto es, hasta qué punto las relaciones son dadas por supuestas y están gobernadas por normas) de las posiciones de los actores en las redes sociales.

Las conexiones locales de los actores son importantes para comprender la conducta social del conjunto de la población y también para entender cada individuo. El tamaño de la red, su densidad, tanto si los actores son accesibles por otros (por ejemplo, está la población conectada o existen múltiples componentes?), como si las relaciones tienden a ser recíprocas o transitivas y todas las otras propiedades que hemos examinado para las conexiones individuales también son significativas para describir el conjunto de la población. Tanto los niveles típicos de características (e.g. el grado nodal medio de los puntos) y la cantidad de diversidad en las características (e.g. la varianza en el grado nodal de los puntos) puede ser importante en explicar la conducta macro. Las poblaciones con alta densidad responden de forma diferente a los desafíos que aquéllas que tienen una baja densidad; las poblaciones con una gran diversidad

en las densidades individuales pueden tender a desarrollar más diferenciación y estratificación.

En este capítulo hemos examinado también algunas propiedades acerca del modo en el que los individuos están inmersos en las redes y de éstas en su sentido más amplio en lugar de los vecindarios locales de los actores. Una terminología especializada ha sido introducida para describir las distancias entre pares de actores: paseos, senderos y caminos. Hicimos notar que existen algunas diferencias importantes entre los datos dirigidos y los no dirigidos al aplicar esas ideas de distancia.

Uno de los más aproximaciones más comunes e importantes a la indexación de las distancias entre actores es el geodésico. El geodésico es útil para describir la distancia mínima entre actores. Las distancias geodésicas entre pares de actores es la más comúnmente usada medida de grado de cercanía. La distancia geodésica media de un actor al resto, la variación en esas distancias y el número de distancias geodésicas al resto de actores puede describir importantes similitudes y diferencias entre los actores en cómo y cómo de cerca están conectados la población en su conjunto.

La distancia geodésica, sin embargo, examina sólo una simple conexión entre un par de actores (o en algunos casos algunas si hay múltiples geodésicos conectándolos). A veces la suma de todas las conexiones entre actores, más que la más corta conexión, puede ser relevante. Hemos examinado aproximaciones que miden la vulnerabilidad de la conexión entre los actores (flujo), la solidaridad de los actores por parejas (Hubbell y Katz), y la influencia potencial de unos actores en relación a otros (Taylor). Otra vez, es importante recordar que las diferencias y las similitudes entre las personas individuales en el sentido de su distancia a otros puede ser una base estructural para la diferenciación y la estratificación. Y, como siempre, esos complejos patrones de distancias de individuos en relación a otros constituye también una característica de la población en su conjunto – también para describir las limitaciones y oportunidades a las que se enfrentan los individuos. Por ejemplo, una población en la cual la mayor parte de los actores tienen múltiples distancias geodésicas a otros se comportará, muy probablemente, de manera bastante diferente de una en la cual hay poca redundancia de eficientes vínculos de comunicación (piensa acerca de algunas clases diferentes de organizaciones burocráticas – digamos un hospital clínico versus una fábrica de coches).

Hemos visto que existe una gran cantidad de información disponible en una pocas simples observaciones de una matriz de adyacencia. La vida, por supuesto, puede ser

más complicada. Podríamos disponer de múltiples capas o datos multiplexados; podríamos datos que diesen información sobre la fortaleza de los vínculos más que su simple presencia o ausencia. Sin embargo, los métodos que hemos usado aquí proporcionan una buena introducción a lo que puede hacerse con datos más complejos.

Ahora que ya disponemos de una buena aproximación a los conceptos básicos de conexión y distancia, estamos listados para utilizar esas ideas en la construcción algunos conceptos y métodos para describir algunos aspectos más complicados de las estructuras de redes de las poblaciones. Volveremos sobre los dos conceptos más importantes en los próximos capítulos. Primero examinaremos (Capítulo 6) el concepto de centralidad y centralización, el cuales importante para entender el poder, la estratificación, el rango y la desigualdad en las estructuras sociales. Entonces in el capítulo 7 centraremos nuestra atención en examinar subestructuras mayores que las díadas y las tríadas. Las poblaciones derivadas de las estructuras sociales están casi siempre divididas y diferenciadas en cliques, facciones y grupos (los cuales pueden o no estar jerarquizados). Construyendo sobre esas ideas, concluiremos nuestro investigación introductoria de conceptos de redes (Capítulos 8-11) con atención a más abstracta pero teóricamente más importante tarea de describir las posiciones en la red y los roles sociales que son centrales en el análisis sociológico.

## **PREGUNTAS DE REPASO**

1. Explica las diferencias entre los “tres niveles de análisis” de los grafos (individual, agregados, completo).
2. ¿Cuál es el tamaño de una población? ¿Por que el tamaño de una población es importante para el análisis sociológico?
3. Si disponemos de una red de 5 actores (y asumiendo que no existen lazos reflexivos) ¿cuál es el número potencial de lazos dirigidos? ¿Cuál es el número potencial de lazos no dirigidos?
4. ¿Cómo se mide la densidad? ¿Por qué la densidad es posible en el análisis sociológico?
5. ¿Qué es el “grado de un punto”? ¿Por qué podría ser sociológicamente importante que algunos actores tengan altos rangos nodales y otros los tengan bajos? ¿Cuál es la diferencia entre “grado nodal de salida” y “grado nodal de entrada”?
6. Si el actor "A" es accesible por el actor "B" ¿no significa eso necesariamente que el actor "B" es accesible por el "A"? ¿Por qué y por qué no?
7. Para pares de actores con relaciones dirigidas, existen cuatro posibles configuraciones de lazos. ¿Cómo los podemos mostrar? ¿Qué configuraciones están “equilibradas”? Para una tríada con relaciones no dirigidas ¿cuántas configuraciones de lazos existen? ¿Cuáles son equilibrados o transitivos?
8. ¿Cuáles son las diferencias entre paseos, senderos y caminos? ¿Por qué los “caminos” son los usados más comúnmente para las distancias entre actores en el análisis sociológico?

9. ¿Qué es una distancia “geodésica” entre dos actores? Muchas medidas de redes sociales asumen que el camino geodésico es el más importante entre actores – por qué es plausible esta asunción?
10. Tenemos dos poblaciones de 10 actores cada una, una tiene un diámetro de 3 y la otra un diámetro de 6. ¿Puedes explicar la afirmación a alguien que no sepa nada de análisis de redes? ¿Puedes explicar por qué la diferencia en diámetro puede ser importante para entender las diferencias entre las dos poblaciones?
11. ¿Cómo las aproximaciones de “flujos ponderados” al estudio de la distancia social difieren de las aproximaciones “geodésicas”?
12. ¿Por qué podría ser importante que dos actores tuviesen más de un geodésico u otro camino entre ellos?

## APLICACIONES

1. Piensa en las lecturas de la primera parte del curso. ¿Qué estudios usan las ideas de conectividad y densidad? ¿Qué estudios usan las ideas de distancia? ¿Qué aproximaciones específicas usan esos conceptos?
2. Dibuja los grafos de una “estrella”, un “círculo”, una “línea” y una “jerarquía”. Describe el tamaño, potencial y densidad de cada grafo. Examina los grados nodales de los puntos en cada grafo –existen diferencias entre los actores? ¿Esas diferencias nos explican algo acerca de los “roles sociales” de los actores? Crea una matriz para cada grafo que muestre las distancias geodésicas entre cada par de actores. ¿Hay diferencias entre los grafos en el modo en el que están conectados por múltiples distancias geodésicas?
3. Piensa acerca de un pequeño grupo de gente que conozcas bien (posiblemente tu familia, vecinos, un grupo de estudio, etc.). ¿Quién ayuda a quién en este grupo? ¿Cuál es la densidad de los lazos? ¿Son los lazos recíprocos? ¿Son las tríadas transitivas?
4. Chrysler Corporation te ha contratado como consultor. Su división de investigación está tardando mucho en diseñar nuevos modelos de coches y a menudo el trabajo de los “creativos” no casa muy bien con el trabajo de los “ingenieros de producción” (La gente que de hecho acaba construyendo el coche). La División de investigación de Chrysler está organizada como una burocracia clásica con dos ramas (creativos y producción) coordinada a través de un grupo de directivos y una jefe de División. Analiza las razones por las cuales los resultados son pobres. Sugiere algunas maneras alternativas de organizar que podrían mejorar el rendimiento y explica por qué ayudarían.