

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

**CAPÍTULO SÉPTIMO**

---

**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 [René Ríos](#), del Departamento de Sociología de la Universidad Católica de Chile.

# CAPÍTULO VII. GRUPOS Y SUBESTRUCTURAS

---

## INTRODUCCIÓN

Unos de los intereses más comunes del análisis estructural radica en las "subestructuras" que pueden estar presentes en una red. Las Díadas, Tríadas y círculos ego-centrados, pueden ser pensadas como subestructuras. Las combinaciones de díadas y tríadas en estructuras mayores, las cuales están conectadas a su vez, desarrollan o constituyen las redes. Muchas de las aproximaciones para comprender la estructura de una red enfatizan la forma en la que las conexiones están compuestas y se extienden para desarrollar "cliques" más grandes o subagrupaciones. Esta visión de la estructura social centra la atención en cómo la solidaridad y la conexión de grandes estructuras pueden ser construidas a partir de componentes pequeños y cohesionados: un tipo de aproximación de abajo hacia arriba. Los analistas de redes han desarrollado un conjunto de definiciones y algoritmos para identificar los componentes más pequeños en las grandes estructuras: *cliques*, *n-cliques*, *n-clans* y *k-plexes* sirven para ver las redes desde esa perspectiva.

La división de actores en cliques o subgrupos puede ser un aspecto muy importante de la estructura social. Pueden ser importantes para comprender el comportamiento de la red en su conjunto. Por ejemplo, suponga que los actores de una red forman dos cliques no yuxtapuestos, pero que existe alguna yuxtaposición de miembros, esto es, que algunos actores pertenecen a ambos cliques. Donde los grupos coinciden, podemos esperar que el conflicto entre ellos sea menos probable que en aquellos dónde no coinciden. Donde los grupos coinciden, la movilización y difusión pueden esparcirse más rápidamente a través de toda la red; donde no hay yuxtaposición de los grupos, pueden observarse rasgos de un grupo que no se difunden al otro.

Saber cómo un individuo está inmerso en la estructura de grupos en una red puede ser un aspecto crítico para la comprensión de su conducta. Por ejemplo, algunos pueden actuar como puentes entre grupos (los cosmopolitas, ampliadores de fronteras). Otros pueden tener todas sus relaciones dentro de un único clique (los locales o internos). Algunos actores pueden ser parte de una elite cerrada y densamente conectadas, mientras que otros están completamente aislados de ese grupo. Tales diferencias en las formas que los individuos están inmersos en la estructura de grupos en una red pueden tener profundas consecuencias en las

maneras que esos actores perciben su funcionamiento y en las prácticas que más probablemente despliegan.

La idea de subestructuras, o grupos, o cliques, en una red es una poderosa herramienta para comprender la estructura social y la imbricación de los individuos. La definición de un clique es bastante simple: es un subconjunto de actores que están más fuertemente conectados mutuamente que lo que lo están con otros actores que no forman parte del grupo. Pero cuando uno quiere ser más preciso y aplicar rigurosamente el concepto al analizar los datos, se tienen que afrontar complicaciones mayores.

Para visualizar algunas de las principales ideas y examinar algunas de las principales maneras de cómo los analistas han definido los cliques, trabajaremos con un ejemplo. Todos los análisis se pueden realizar usando [UCINET](#).

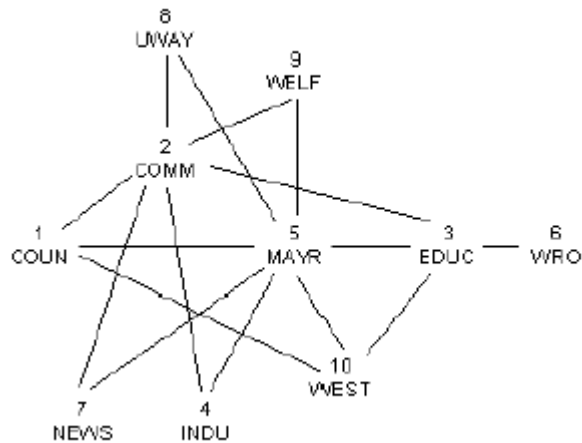
La mayoría de los algoritmos computacionales para definir cliques operan sobre datos binarios simétricos. Usaremos los datos de intercambio de información de Knoke. Cuando los algoritmos lo permitan, usaremos los datos en su forma dirigida. Cuando los datos sean simétricos, analizaremos los vínculos fuertes. Esto es, vamos a simetrizar los datos, de modo que sólo contaremos los lazos recíprocos, es decir, un vínculo existe sólo si xy e yx están presentes.

La matriz de datos resultantes es la siguiente:

```

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

Teóricamente tiene sentido insistir en que la información se mueva en ambas direcciones para que la cercanía sea percibida por ambas partes, y reducir la densidad de la matriz sustancialmente. Las matrices con una densidad muy alta, casi por definición, tienen pocos subgrupos o cliques distinguibles. Ayuda a visualizar el grafo de datos.



**Notas:** El diagrama sugiere varias cosas. Los actores # 5 y # 2 aparecen en el centro de la acción, en el sentido de que son miembros de varias de las agrupaciones y sirven para conectarlas por su coparticipación. La conexión de subgrafos por los actores puede ser un rasgo importante. Podemos también ver que hay un caso (#6) que no es miembro de ningún subgrupo (excepto de un díada). Si se examina cuidadosamente, se verá que las díadas y tríadas son los subgrafos más comunes y que a pesar de la substancial conectividad en el grafo, agrupaciones superiores a éstas son pocas. De la inspección visual, se ve que la mayoría de las diversas agrupaciones están conectadas: los grupos se yuxtaponen.

Los principales rasgos de un grafo, en términos de los cliques y subgrafos, se pueden identificar por observación directa:

- ¿Cuán separados están los subgrafos (se yuxtaponen y comparten miembros, o dividen y crean facciones en la red)?
- ¿De qué tamaño son los subgrafos conectados? Hay pocos grupos grandes o un gran número de grupos pequeños?
- ¿Hay actores particulares que parecen desempeñar roles en la red? Por ejemplo, son nodos que conectan el grafo o hay quienes están aislados de los grupos?

Las herramientas formales y conceptos de la estructura de subgrafos ayudan a definir las ideas con mayor rigurosidad. Varios algoritmos se pueden aplicar para ubicar, listar y estudiar los rasgos de los subgrafos. Obviamente, dependiendo de nuestras definiciones, es posible establecer diversas agrupaciones y posiciones en las subestructuras. En seguida, veremos algunas de las ideas más comunes.

## **APROXIMACIONES DE ABAJO HACIA ARRIBA**

En un sentido, todas las redes están compuestas de grupos (o subgrafos). Cuando dos actores tienen un vínculo, forman un "grupo". Una aproximación para pensar acerca de la estructura grupal de una red comienza con este grupo básico y busca cuánto se puede extender esta relación cercana. Un clique extiende la diada añadiendo a ella miembros que están vinculados con todos los miembros de un grupo. Se puede relajar esta definición estricta de modo que sea posible incluir nodos adicionales que no están muy fuertemente vinculados (n-cliques, n-clans, k-plexes y k-núcleos). La noción, sin embargo, es partir de los vínculos simples para "construir" la red. Un mapa de toda la red puede ser construido examinando los tamaños de los distintos cliques y agrupaciones de tipo clique notando sus tamaños y yuxtaposiciones.

Este tipo de aproximación, acerca de las subestructuras de las redes, tienden a enfatizar cómo lo macro puede surgir de lo micro. Tienden a enfocar nuestra atención primero en individuos y en entender cómo están inmersos en la estructura mayor de la red a partir de los grupos yuxtapuestos. Esta idea aparentemente obvia se tiene que destacar porque también es posible aproximarse a la cuestión de la subestructura de las redes, desde una perspectiva de arriba hacia abajo. Habitualmente, ambos aspectos son valiosos y complementarios. Vamos a continuar con la aproximación de abajo hacia arriba.

### **CLIQUES**

La idea de un clique es relativamente simple. Al nivel más general, un clique es un subconjunto de una red en el cual los actores están más cercanos y fuertemente conectados mutuamente, que lo que lo están respecto al resto de los integrantes de la red. En lazos de amistad, por ejemplo, es usual que la gente forme cliques en los grupos humanos, sobre la base de la edad, género, raza [sic], etnicidad, religión o ideología y muchas otras cosas. Los más pequeños están formados por dos actores: la diada. Pero la diada puede ser "extendida" para llegar a ser más inclusiva, formando componentes fuertes y vinculados muy estrechamente en los grafos. Se pueden desarrollar varias maneras para encontrar grupos en los grafos, que son extensiones de diadas.

La definición más fuerte de un clique es un determinado número de actores (más de dos, usualmente se usan tres), que tienen todos los vínculos posibles presente entre ellos. Una agrupación de este tipo es el "Subgrafo máximo completo", el cual se expande hasta incluir a la mayor cantidad de actores posibles. Requerimos a UCINET encontrar todos los cliques en los datos de Knoke que satisfacen el criterio de subgrafo máximo completo de definición de clique.

```

1:  COMM INDU MAYR NEWS
2:  COMM EDUC MAYR
3:  COUN COMM MAYR
4:  COMM MAYR UWAY
5:  COMM MAYR WELF
6:  COUN MAYR WEST
7:  EDUC MAYR WEST

```

**Notas:** Hay siete (7) subgrafos máximos completos presente en estos datos. El mayor está compuesto por cuatro de los diez actores y todos los integrantes de los cliques más pequeños comparten alguna yuxtaposición con alguna parte del núcleo. Podremos estar interesados en cuánto estas subestructuras están yuxtapuestas y en saber qué actores son más "centrales" y en cuáles están más aislados de los cliques. Podemos buscar respuestas analizando la coparticipación.

Group Co-Membership Matrix

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

**Notas:** Es inmediatamente evidente que el actor #6 está completamente aislado y que los actores # 2 y # 5 se yuxtaponen con casi todo los demás actores en al menos un clique. Vemos que los actores 2 y 5 son más "cercaños" en el sentido de que comparten participación en cinco de los siete cliques. Podemos avanzar un paso más realizando un análisis de conglomerados de adición sucesiva de lazos para crear una "secuencia de afiliación" basada en el número de participaciones en cliques que los actores comparten.

## AGLOMERACIÓN JERÁRQUICA

										1
Level	6	4	7	8	9	1	3	5	2	0
-----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	XXX .
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	XXXXXXXXXX
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

**Notas:** Vemos que los actores 2 y 5 se juntan primero por estar cercanos ya que comparten 5 participaciones. Al nivel de compartir solo dos participaciones se incorporan los actores 1, 3 y 10. Si requerimos sólo una participación, todos los actores, con excepción del 6, se incorporan.

Insistir que cada miembro de un clique debe estar conectado a cualquier otro miembro es una definición muy estricta de lo que entendemos por un grupo. Hay varias maneras de relajar esta restricción. Dos aproximaciones principales son N-clique, N-clan y K-plex.

## N-CLIQUE

Para muchos propósitos la definición estricta (subgrupo máximo completamente conectado) puede resultar demasiado fuerte. Requiere que todo miembro de un subgrupo tenga un lazo directo con todos y cada uno de los otros miembros. Se pueden pensar casos de cliques en los que al menos algunos de sus miembros no estén conectados tan cercana ni fuertemente. Hay dos principales maneras de relajar la definición de clique para hacerla más útil y general.

Una alternativa es definir a un actor como miembro de un clique si está conectado con todos los otros miembros del grupo a una distancia mayor que uno. Usualmente, se usa la distancia de trayecto de dos. Esto es equivalente a ser amigo de un amigo. Esta forma de denomina N-clique, en la que N corresponde a la longitud de la trayectoria permitida para hacer una conexión con todos los otros miembros. Cuando aplicamos la definición N-clique a nuestros datos, obtenemos lo siguiente.



```

Max Distance (n-):      2
Minimum Set Size:      3

```

2 2-cliques found.

```

1:  COUN COMM EDUC INDU MAYR NEWS UWAY WELF WEST
2:  COMM EDUC MAYR WRO WEST

```

**Notas:** Los cliques que vimos antes se han hecho más inclusivos por la definición relajadas de participación grupal. El primer n-clique incluye a todos excepto al actor 6. El segundo es más restrictivo e incluye al 6 (WRO), junto con dos elementos del núcleo. Como hemos relajado la exigencia de cercanía para ser considerado miembros, hay menos cliques máximos. Con subgrupos más grandes y menos frecuentes, el alcalde (#5), ya no parece ser tan crítico. Con la definición más relajada aparece ahora un "núcleo duro" de actores que son miembros de ambas agrupaciones mayores. Esto se puede constatar en la matriz de coparticipación y por aglomeración [*clustering*].

Group Co-Membership Matrix

```

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

```

HIERARCHICAL CLUSTERING

```

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

```

**Notas:** Al examinar estas coparticipaciones en cliques y de la aglomeración por cercanía, bajo esta definición de clique, se produce un cuadro ligeramente distinto que una aproximación de lazos fuertes. Los actores #2, #3, #5 y #10 forman un núcleo o círculo íntimo con este método. A diferencia del núcleo compuesto por los actores #2, #5, #4 y #7, obtenido por el método máximo, en el cual el 5 es una clara estrella). No se puede afirmar que un resultado es más correcto que el otro.

## N-CLANES

El enfoque N-clique, tiende a encontrar agrupaciones grandes y difusas en lugar de las más fuertes y discretas del enfoque máximo. En algunos casos, se pueden encontrar N-cliques que tiene la posiblemente indeseada propiedad de la conectividad con actores que no son en sí mismos miembros de un clique. Sin embargo, para la mayoría de las aplicaciones sociológicas esto es problemático.

Por esta razón, algunos analistas han sugerido restringir los N-cliques por medio de exigir que el rango total o la distancia de la trayectoria entre cualquier par de miembros de un N-clique también satisfagan una condición. Este tipo de restricción tiene el efecto de forzar todos los vínculos entre miembros a que se realicen por medio de otros miembros de un N-clique. Este enfoque es el N-clan. En el caso actual, el enfoque N-clan no difiere del enfoque N-clique

### N-CLANS

```
Max Distance (n-):      2
Minimum Set Size:      3
```

2 2-clans found.

```
1:  COUN COMM EDUC INDU MAYR NEWS UWAY WELF WEST
2:  COMM EDUC MAYR WRO WEST
```

### Group Co-Membership Matrix

```

          1
          1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
          C O C O E D I N M A W R N E U W W E W E
          - - - - -
1 COUN  1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
2 COMM  1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2
3 EDUC  1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2
4 INDU  1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
5 MAYR  1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2
6 WRO   0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
7 NEWS  1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
8 UWAY  1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
9 WELF  1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
10 WEST 1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2
```

### SINGLE-LINK HIERARCHICAL CLUSTERING

```

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

```

          1
Level  1 4 6 7 8 9 5 3 2 0
-----
2      . . . . . XXXXXXXX
1      XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

**Notas:** Los enfoques N-clique y N-clan proveen alternativas a la definición estricta de clique y a menudo estos enfoques más relajados tienen bastante sentido con datos sociológicos. En esencia, el enfoque N-clique permite a un actor ser miembro de un clique aún si no tienen lazos con todos los otros miembros pero siempre que tenga vínculos con otro miembro y que no esté alejado más de  $n$  pasos (usualmente 2) de todos los miembros del clique. El enfoque N-clan es una modificación relativamente menor del enfoque N-clique, que requiere que todos los vínculos entre los actores se realicen a través de otros miembros del grupo.

Si no se está convencido de considerar a un amigo de un miembro de un clique como miembro del clique (el enfoque N-clique), se puede considerar una manera alternativa de relajar los supuestos de la definición estricta, el enfoque K-plex.

## **K-PLEX**

Una manera alternativa de relajar los supuestos fuertes del subgrafo máximo completo es permitir que los actores sean miembros de un clique si tienen lazos con todos excepto con  $k$  otros miembros. Por ejemplo, si A tiene vínculos con B y C, pero no con D; y ambos B y C tienen vínculos con D, los cuatro actores podrían constituir un clique bajo el enfoque K-plex. Este enfoque postula que un nodo es miembro de un clique de tamaño  $n$ , si tiene lazos directos con  $n-k$  miembros de ese clique. El enfoque K-plex parece tener bastante en común con el N-clique, pero el análisis basado en K-plex a menudo arroja un cuadro bastante diferente de las subestructuras del grafo. En vez de agrupaciones grandes y concatenadas, que a veces produce el análisis N-clique, el análisis K-plex tiende a encontrar números relativamente grandes de pequeñas agrupaciones. Esto tiende a llamar la atención sobre yuxtaposiciones y co-presencia (centralización) más que en solidaridad y accesibilidad.

En el ejemplo que sigue permitimos que  $k$  sea igual a dos. Esto es, un actor es considerado miembro de un clique si tiene vínculos con todos menos otros dos actores en dicho clique. Con esta definición, hay muchos clique de tamaño tres (en efecto, en nuestro grafo hay 35 K-plex cliques, pero sólo seis de ellos tienen más de tres miembros). Con  $K=2$  un nodo requiere estar conectado solo con un otro miembro para ser considerado. Pero esto no es muy satisfactorio como clique, de modo que hemos eliminado estas agrupaciones de tres casos. Los restantes K-cliques son:

K-PLEXES:  
COUN COMM EDUC MAYR WEST  
COUN COMM EDUC WEST  
COUN COMM INDU MAYR  
COUN COMM MAYR NEWS  
COUN COMM MAYR UWAY  
COUN COMM MAYR WELF  
COMM EDUC INDU MAYR  
COMM EDUC MAYR NEWS  
COMM EDUC MAYR UWAY  
COMM EDUC MAYR WELF  
COMM INDU MAYR NEWS  
COMM INDU MAYR UWAY  
COMM INDU MAYR WELF  
COMM MAYR NEWS UWAY  
COMM MAYR NEWS WELF  
COMM MAYR UWAY WELF

**Notas:** El COMM está presente en todo componente  $k$ ; el MAYR en todos menos uno. Claramente estos dos actores son "centrales", en el sentido de que juegan un rol de puente entre múltiples diferentes círculos sociales ligeramente diferentes. De nuevo notamos que la organización número #6, (WRO) no es miembro de ningún clique  $k$ -plex. Comparado con el método máximo o  $N$ -clique, el método  $K$ -plex tiende a encontrar los "círculos sociales solapados o yuxtapuestos".

El enfoque  $K$ -plex para definir subestructuras tiene bastante sentido en muchos problemas. Requiere que los miembros de un grupo tengan vínculos con la mayoría de otros miembros - lazos por medio de intermediarios (como en el enfoque  $N$ -clique) no habilitan a un nodo como miembro. La imagen de la estructura grupal que emerge de enfoques  $K$ -plex puede ser bastante diferente que los que surgen del análisis  $N$ -clique. De nuevo, no se trata de que uno sea correcto y el otro equivocado. Dependiendo de los objetivos del análisis, ambos pueden proveer interesantes perspectivas sobre la subestructura de los grupos.

## K-NÚCLEOS

Un  $k$ -núcleo es un grupo máximo de actores, todos los cuales están ligados a algún número ( $k$ ) de otros miembros del grupo. Para ser incluido en un  $K$ -plex, un actor debe estar ligado con todo excepto  $k$  otros actores en el grupo. El enfoque  $K$ -núcleo es más relajado, permitiendo a los actores formar parte de un grupo si están conectados con  $k$  miembros, siendo indiferente a cuántos otros miembros pudieran estar conectados. Al variar el valor de  $k$  (es decir, a cuántos miembros del grupo debe estar conectado), pueden emerger distintas imágenes. Los  $K$ -núcleos pueden ser - y

suelen serlo-, más inclusivos que los K-plexes. Y, a medida que  $k$  es más pequeño, el tamaño de los grupos se agrandará.

En nuestro datos de ejemplo, si requerimos que cada miembro de un grupo tenga lazos con otros 3 miembros (un 3-núcleo) se identifica un grupo central bastante grande [#1,#2,#3,#4,#5,#7,#10]. Cada uno de los siete miembros de este núcleo tiene lazos con al menos otros tres. Si relajamos el criterio y requerimos solo dos lazos, se agregan los actores 8 y 9 a este grupo (y el miembro 6 es un aislado). Si requerimos sólo un lazo (en realidad, sería lo mismo que un componente), todos los actores están conectados.

La definición del  $k$ -núcleo es intuitivamente atractiva para algunas aplicaciones. Si un actor tiene vínculos con un número suficiente de miembros de un grupo, pueden sentirse atados al grupo, aún cuando no conozcan a muchos o incluso a la mayoría de sus miembros. Puede ser que la identidad dependa de la conexión, más que de inmersión en un subgrupo.

## **ENFOQUES DE ARRIBA-ABAJO**

Los enfoques que hemos examinado comienzan con la díada y examina si este tipo de estructura cohesiva se puede extender hacia afuera. La estructura total de la red es vista como emergiendo de yuxtaposiciones y apareamientos de componentes pequeños. Ciertamente, esta es una forma válida de pensar acerca de estructuras mayores y sus componentes.

Se podría preferir, sin embargo, comenzar con la totalidad de la red como su marco de referencia, más que desde la díada. Enfoques de este tipo tienden a mirar la estructura total e identificar subestructuras como partes que son localmente más densas que el campo como un todo. En un sentido, este lente más macro, busca agujeros o vulnerabilidades o puntos débiles en la estructura general de solidaridad de la red. Los agujeros o puntos débiles definen líneas de división o separación en el grupo mayor y apuntan a cómo se podría descomponer en sus unidades más pequeñas.

Estas descripciones verbales de los lentes hacia arriba y hacia abajo exageran enormemente las diferencias entre los enfoques cuando examinamos las definiciones específicas y los algoritmos concretos que pueden usarse para localizar y estudiar la subestructura. Aún así, la lógica y algunos de los resultados de los análisis pueden llevar a perspectivas distintas y usualmente complementarias.

## **COMPONENTES**

Los componentes de un grafo son partes que están internamente conectadas, pero desconectadas entre los subgrafos. Si un grafo contiene uno o más nodos aislados, estos actores son componentes. Más interesantes son aquellos que dividen los grafos en partes separadas, en las que cada una tiene diversos actores que están recíprocamente conectados (no nos importa cuán cercanamente ligados estén).

En el ejemplo que hemos estado usando, los datos sobre intercambio de información de Knoke, hay un sólo componente. Esto es, todos los actores están conectados. Éste suele ser a menudo el caso, aún en redes relativamente grandes con aparentemente obvias subestructuras. De modo similar a cómo una definición estricta de clique puede ser demasiado fuerte para capturar el significado conceptual, la noción fuerte de componente es usualmente muy fuerte para encontrar significativos puntos débiles, agujeros o subpartes locales densas en un grafo grande. De modo que examinaremos algunos enfoques más flexibles.

## **BLOQUES Y PUNTOS DE CORTE**

Un enfoque para encontrar estos puntos claves en un diagrama es preguntarse si al ser eliminado un nodo la estructura se dividirá en sistemas desconectados. Si existen tales nodos, se llamarán puntos de corte. Y se puede imaginar que tales puntos de corte pueden ser actores particularmente importantes, que actúan como intermediarios entro grupos desconectados. Las divisiones que los puntos de corte producen en un grafo se llaman bloques. Podemos encontrar los máximos subgrafos no separables (bloques) en un grafo por medio de ubicar los puntos de corte. Esto es, tratamos de ubicar los nodos que conectan el grafo (si los hay).

En los datos que hemos estado examinando hay uno y solo uno, punto de corte, pero no es muy interesante.

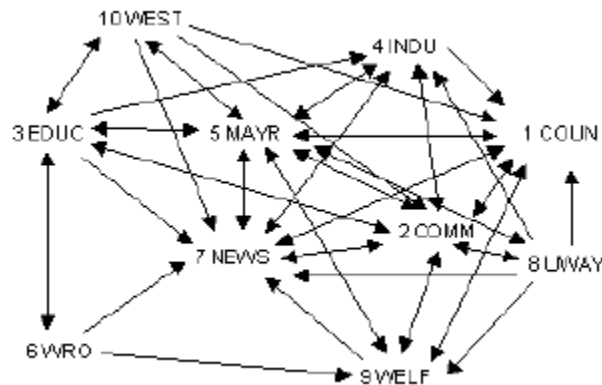
Se encontraron 2 bloques.

BLOCKS:

Block 1: EDUC WRO

Block 2: COUN COMM EDUC INDU MAYR NEWS UWAY WELF WEST

**Notas:** Vemos que el grafo se puede descomponer (o es desconectable) en dos bloques. EDUC es el miembro que liga los dos subgrafos separables y es, por lo tanto un punto de corte. Se puede confirmar con un rápido examen del gráfico (para estos análisis, hemos usado los datos dirigidos en vez de los simetrizados).



Aquí vemos que EDUC es el único punto que al ser eliminado dejaría la estructura desconectada (esto es, WRO no podría ser alcanzable por otros actores). En este sentido, resulta que EDUC juega el rol de conectar la que de otra forma sería una organización (WRO) aislada de los restantes miembros de la red.

## CONJUNTOS LAMBDA Y PUENTES

Un enfoque alternativo es indagar si hay ciertas conexiones que al ser eliminadas, resultarían en una estructura desconectada. Esto es equivalente a preguntarse acerca de si hay ciertas relaciones claves (en contraste a si hay ciertos actores claves). En nuestro ejemplo, la única relación que califica como tal es la que hay entre EDUC y WRO. Pero, dado que sólo deja afuera a un actor, más que alterar a toda la red, no es muy interesante. Pero se puede abordar esta cuestión de un modo más sofisticado. El enfoque del conjunto Lambda ordena cada relación en la red en términos de su importancia por medio de la valoración del flujo entre actores que pasa a través de cada nexa. Luego identifica el conjunto de actores que, si fuesen desconectados, perturbarían significativamente el flujo entre todos los actores. Las matemáticas y el cálculo son extremadamente complejos, pero la idea es suficientemente simple. Para nuestros datos, los resultados del conjunto Lambda son:

## CONJUNTOS LAMBDA

### HIERARCHICAL LAMBDA SET PARTITIONS

```
U W C E I M C N W
W W E O D N A O E E
R A L U U D Y M W S
O Y F N C U R M S T
1
Lambda 6 8 9 1 3 4 5 2 7 0
-----
7 . . . . . XXX . .
3 . . . XXXXXXXXXXXXXXX
2 . XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

**Notas:** Este enfoque identifica a los vínculos #2 al #5 (MAYR a COMM) como los más importantes del grafo, en el sentido de que transportan una gran cantidad de tráfico, y si se eliminasen el grafo se perturbaría enormemente. Este resultado se confirma al examinar la imagen 1, donde vemos que la mayoría de los actores están conectados con la mayoría de los restantes por vía del vínculo que va del #2 al #5. Considerablemente menos críticos son los vínculos entre los actores 2 y 5 con los #1,#3,#4,#7 y #10. De nuevo, la imagen muestra que esas organizaciones son una especie de círculo externo en torno al núcleo.

La idea del conjunto Lambda nos ha situado bastante lejos de la idea de componentes estrictos. En vez de enfatizar la descomposición o separación de la estructura en componentes desconectados, la idea del conjunto lambda, es más continua. Enfatiza los puntos en los cuales el tejido de las conexiones es más vulnerable a la ruptura. De nuevo, no se trata de maneras correctas o erróneas de aproximarse a la noción que las grandes estructuras pueden ser no homogéneas y que estén más expuestas a la división y ruptura en algunas localizaciones más que en otras. Nuestro último enfoque combina la lógica de ambos anteriores.

## FACCIONES

En términos de redes, los actores son equivalentes en la medida que tienen el mismo perfil de relaciones con otros actores. Se sigue que podemos definir particiones de la red sobre la base de agrupar juntos a actores por su similitud en cuanto a con quién están vinculados. En un extremos, podríamos tener un grafo que fuese divisible en componentes y que cada componente es un clique (esto es, en un grupo, todos están vinculados con todos; entre grupos no hay lazos). Algunas divisiones menos estrictas permitirían que hubiese algunos vínculos entre grupos y una densidad no completa dentro de los grupos.



Usando el poder de la computadora es posible buscar particiones de un grafo en subgrafos que maximicen la similaridad de los patrones de conexión de los actores dentro de cada grupo. También es posible evaluar cuán buena es la participación comparándola con el resultado de una partición típica ideal pura, donde los actores dentro de cada grupo tienen máxima similitud y los actores entre grupos tienen máxima disimilitud de vínculos.

El primer paso en este enfoque es tratar de decidir qué número de grupos o divisiones proveen un cuadro más útil e interesante de los datos. Probamos con la opción de 2 a 5 grupos y nos quedamos con 4. La decisión se hizo en relación a la claridad e interpretabilidad de la partición resultante en la matriz de adyacencia:

```

FACTIONS
Diagonal valid? YES
Use geodesics? NO
Method: CORRELATION
Treat data as: SIMILARITIES
Number of factions: 4
Fit: -0.503

Group Assignments:
1: EDUC WRO
2: COUN COMM INDU MAYR NEWS UWAY
3: WELF
4: WEST

```

Grouped Adjacency Matrix

		6	3	2	4	5	1	7	8	9	0
		W	E	C	I	M	C	N	U	W	W
6	WRO	1	1					1		1	
3	EDUC	1	1	1	1	1		1			1
2	COMM		1	1	1	1	1	1	1	1	
4	INDU			1	1	1	1	1			
5	MAYR			1	1	1	1	1	1	1	
1	COUN			1		1	1	1		1	
7	NEWS			1	1	1		1			
8	UWAY			1	1	1	1	1	1	1	
9	WELF				1		1		1		
10	WEST		1		1	1	1	1			1

Este enfoque se corresponde bien con la noción intuitiva de que los grupos en el grafo pueden definirse por una combinación de la densidad local y la presencia de agujeros estructurales entre algunos conjuntos de actores y otros. En este caso, se trata de partes más fuertes y débiles del tejido, más que de agujeros. Dado que hemos usado datos dirigidos para este análisis, debe notarse que la división se basa en quiénes envían información a quien y en quiénes reciben de quién. La agrupación {6,3}, por ejemplo, envía información a otros grupos, pero está separada de ellos porque los otros grupos no les envían información. La imagen no sólo identifica facciones

actuales o potenciales, sino que nos dice algo acerca de las relaciones entre las facciones, potenciales aliados y enemigos en algunos casos.

## **RESUMEN DEL CAPÍTULO SÉPTIMO**

Uno de los aspectos más interesantes acerca de las estructuras sociales es su subestructura de agrupaciones y cliques. El número, tamaño y las conexiones entre las subagrupaciones en una red nos dicen mucho acerca de la conducta probable de la red en su conjunto. ¿Cuán rápido va a circular algo a través de los actores de la red? Si es más probable que los conflictos involucren a múltiples grupos o sólo a dos facciones. ¿En qué medida se yuxtaponen los subgrupos y las estructuras sociales? Todos estos aspectos de la estructura de los subgrupos pueden ser muy relevantes para predecir la conducta de la red completa.

La ubicación de los individuos en redes puede también ser pensada en términos de cliques o subgrupos. Algunos individuos pueden actuar como puentes entre grupos, otros como aislados; algunos actores pueden ser cosmopolitas y otros locales, en términos de sus afiliaciones grupales. Tales variaciones en las formas que los individuos se conectan a grupos o cliques puede tener consecuencias para su comportamiento como individuos.

En esta sección hemos revisado brevemente algunas de las definiciones más importantes de subgrupos o cliques y hemos examinado los resultados de la aplicaciones de dichas definiciones a los datos. Hemos visto que distintas definiciones de lo que es un clique resultan en imágenes distintas de la misma realidad.

## **PREGUNTAS DE REPASO**

1. Explica el término "subgrafo máximo completo".
2. ¿En qué sentido los  $n$ -cliques y los  $N$ -clans relajan la definición de clique?
3. Da un ejemplo de situación en la que el enfoque de  $N$ -clique o de  $N$ -clan sería más útil que uno de clique estricto.
4. ¿En qué sentido los  $K$ -plexes y los  $K$ -núcleos relajan la definición de clique?
5. Da un ejemplo en el que fuese más útil usar  $K$ -plex o  $K$ -núcleo en vez de un clique estricto.

6. ¿Qué es un componente en un grafo?
7. ¿Cómo relaja la definición estricta de componente la idea de un bloque?
8. ¿Hay algún punto de corte en una red estrella, en una red lineal y una red círculo?
9. ¿Cómo relaja la definición estricta de componente la idea de conjunto Lambda?
10. ¿Existen puentes en una red estrictamente jerárquica?

## **PREGUNTAS DE APLICACIÓN**

1. Repasa las lecturas de la primera parte del curso. ¿Qué estudios usaron las ideas de grupos y subestructuras? ¿Qué enfoques usaron, cliques, clans, plexes, etc.?
2. Trata de aplicar la noción de subestructuras grupales en distintos niveles de análisis. ¿Hay subestructuras dentro del grupo de parentesco del cual formas parte? ¿Cómo se divide la población de Riverside en subestructuras? ¿Hay subestructuras en la población de Universidades de los EEUU? ¿Hay naciones en el sistema mundial que están divididas de alguna forma en subestructuras?
3. ¿Cómo pueden ser afectadas las vidas de personas que están en puntos de corte por ocupar este tipo de posición estructural? Piensa en un ejemplo.
4. Elabora un ejemplo de población con subestructuras basado en el mundo real o literario. ¿Cómo podrían ser descritas, usando conceptos formales, las subestructuras en un caso del mundo real ... ¿son clanes, facciones, etc?