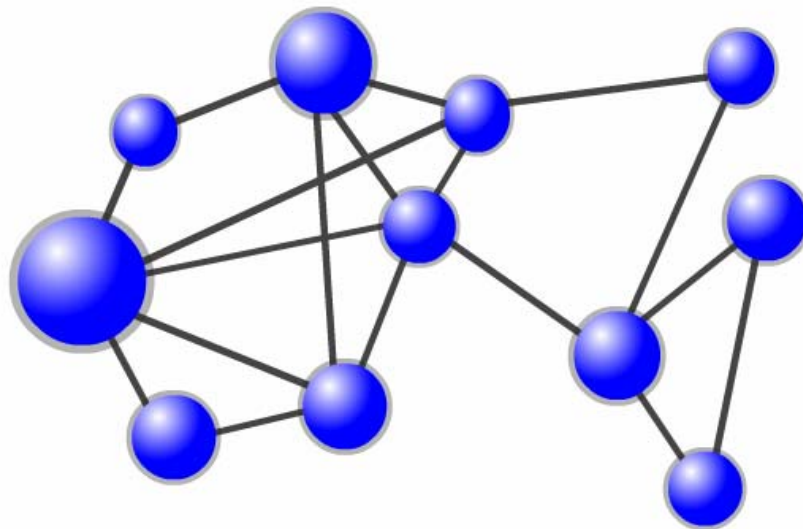


MANUAL INTRODUCTORIO AL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

Medidas de Centralidad



Ejemplos prácticos con UCINET 6.85 y NETDRAW 1.48

Velázquez Álvarez O. Alejandro
Universidad Autónoma del Estado de México
Centro de Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural S.C.
alexvalvarez@hotmail.com

Aguilar Gallegos Norman
Universidad Autónoma Chapingo
norman_aguilar@yahoo.com.mx

Junio 2005

Índice de Contenidos

Introducción	1
Objetivos	2
Definición de Red	3
Elementos básicos de una Red	3
Plataforma del software Ucinet 6.85.....	4
Introducción de datos a una matriz de Ucinet	7
Generación del gráfico de una Red con NetDraw 1.48	13
Introducción de características atributivas (Atributos de los nodos).....	16
Gráfica de la Red de amistad con atributos	17
Indicadores de Redes.....	21
Densidad (Density).....	21
Grado de centralidad (Centrality degree).....	21
Índice de centralización (Centralization index).....	24
Grado de intermediación (Betweenness).....	25
Grado de cercanía (Closeness)	31
Generación de Redes y Atributos múltiples.....	35
Generación de Redes múltiples	35
Generación de Atributos múltiples	37
Generación de gráficos con Redes y Atributos múltiples.....	38
Indicadores de Redes múltiples	41
Glosario de términos y conceptos	43

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Resultados de las relaciones de amistad entre los actores	7
Cuadro 2. Tipo de indicadores	20
Cuadro 3. Significado de las columnas en el análisis de centralidad	23
Cuadro 4. Resultados de centralidad para cada actor.....	23
Cuadro 5. Estadísticas descriptivas generales del Grado de centralidad	24
Cuadro 6. Intermediación entre nodos.....	27
Cuadro 7. Grado de intermediación de los nodos.....	29
Cuadro 8. Estadísticas descriptivas generales del Grado de intermediación.....	29
Cuadro 9. Grado de intermediación de los nodos de la Figura 36	30
Cuadro 10. Cálculo de cercanía de una Red simetrizada	31

Cuadro 11. Resultados del Grado de cercanía de la Red de Amistad por nodo..... 34
Cuadro 12. Estadísticas descriptivas generales del Grado de cercanía 34
Cuadro 13. Resultados de las nuevas relaciones de amistad entre los actores 36
Cuadro 14. Edades de los actores 38

Índice de Figuras

Figura 1. Elementos básicos de una Red de amistad..... 3
Figura 2. Pantalla de inicio de Ucinet 6.85..... 4
Figura 3. Spreadsheet (hoja de captura) (A) y página de captura de la matriz (B) 5
Figura 4. Identificación de herramientas esenciales de la matriz 6
Figura 5. Herramientas esenciales para la creación de la matriz de información 7
Figura 6. Introducción de los títulos de las filas en la primer columna 8
Figura 7. Copiado de los títulos de las filas hacía los títulos de las columnas 8
Figura 8. Captura de nodos en una matriz..... 9
Figura 9. Evitando errores en la captura de datos de la matriz 9
Figura 10. Captura de las primeras relaciones en la matriz 10
Figura 11. Captura de todas las relaciones en la matriz..... 11
Figura 12. Llenado de los espacios en blanco con la herramienta “Fill” 12
Figura 13. Almacenamiento de una matriz 12
Figura 14. Inicio de NetDraw 1.48..... 13
Figura 15. Ventana de inicio de NetDraw 1.48 14
Figura 16. Procedimiento para abrir la matriz guardada..... 14
Figura 17. Procedimiento para seleccionar la matriz guardada..... 14
Figura 18. Representación gráfica de la Red de amistad 15
Figura 19. Forma manual de acomodar los nodos de una Red..... 15
Figura 20. Atributo “Sexo” para cada actor 16
Figura 21. Icono para abrir la ventana y agregar Atributos a la Red de amistad 17
Figura 22. Cargando los atributos para la Red 17
Figura 23. Procedimiento para cambiar el color de los nodos por atributo 18
Figura 24. Cambio de color de los nodos por atributo 18
Figura 25. Procedimiento para cambiar la forma de los nodos por atributo 19
Figura 26. Cambio de forma de los nodos por atributo..... 19
Figura 27. Grado de entrada y de salida de la Red de amistad de Gil 21
Figura 28. Grado de centralidad (Entrada y Salida) de la Red de amistad 22
Figura 29. Grado de centralización 24

Figura 30. Grado de intermediación del nodo A	26
Figura 31. Ejemplo de una Red de 6 nodos para calcular su Grado de intermediación	26
Figura 32. Ejemplo de una Red de 5 nodos para calcular su Grado de intermediación	27
Figura 33. Procedimiento para generar el Grado de intermediación	28
Figura 34. Resultados del análisis del Grado de intermediación.....	28
Figura 35. Ejemplo de una Red de 5 nodos con 6 vínculos	30
Figura 36. Ejemplo de una Red de 5 nodos con 9 vínculos	30
Figura 37. Gráfico de una Red simetrizada, Grado de cercanía	32
Figura 38. Procedimiento para obtener el Grado de cercanía.....	33
Figura 39. Resultados del Grado de cercanía de la Red de Amistad por nodo	33
Figura 40. Procedimiento para insertar una nueva “hoja de captura”.....	35
Figura 41. Asignación del nombre a la nueva “hoja de captura”	35
Figura 42. Procedimiento para cambiar el nombre a una “hoja de captura”	36
Figura 43. Asignación del nuevo nombre a la “hoja de captura”	36
Figura 44. Llenado de la nueva matriz.....	37
Figura 45. Procedimiento para agregar una nueva columna para atributos.....	38
Figura 46. Asignación del atributo “edad” a cada actor	38
Figura 47. Icono para generar diferentes vistas del gráfico.....	39
Figura 48. Nueva visualización del gráfico.....	39
Figura 49. Selección de la nueva Red para la generación del gráfico.....	39
Figura 50. Gráfico nuevo, Red 2	40
Figura 51. Diferenciación de los nodos por color y forma de la figura con el uso de Atributos	40
Figura 52. Diferenciación de los nodos utilizando dos atributos.....	41
Figura 53. Grado de centralidad para Redes múltiples	41
Figura 54. Grado de intermediación para Redes múltiples.....	42

Introducción

El análisis de redes sociales es una herramienta que nos permite conocer las interacciones entre cualquier clase de individuos partiendo de datos de tipo cualitativo más que cuantitativo.

Debido a que el análisis de redes sociales requiere información de tipo cualitativa gracias a su propia naturaleza, se hace necesario seguir una serie de técnicas que nos permitan ordenar las interacciones (información) de los individuos de tal modo que dichas interacciones puedan ser representadas en un grafo o red.

Así, las redes o grafos se constituyen como la herramienta principal para representar las interacciones entre individuos o grupos de individuos de forma ilustrativa y amigable.

No obstante, el simple hecho de graficar las interacciones de un grupo de individuos no siempre es suficiente para establecer un análisis a profundidad de cada individuo dentro de una red y del grafo en general.

Sin embargo, las características únicas del análisis de redes sociales hacen que las herramientas estadísticas usuales no sean del todo adecuadas para el análisis y razonamiento de las mismas.

De esta manera, diversos investigadores de diferentes partes del mundo han desarrollado instrumentos matemáticos específicos para el análisis de las redes sociales, dichas herramientas permiten generar los indicadores capaces de explicar la estructura de una red tanto en su conjunto como individualmente.

La estructura de una red puede analizarse con diversos indicadores, esto dependerá de los resultados que el analista desee obtener.

Los indicadores de centralidad nos permiten analizar la red tanto en su conjunto como individualmente arrojando diversos resultados: grado de conectividad de la red, individuos con el mayor y el menor número de interacciones, intermediación de algunos actores en las relaciones entre individuos y la cercanía entre los individuos a través de sus interacciones.

El presente manual intentará explicar de la manera más sencilla el uso apropiado de la información relacional utilizando ejemplos de diversos grupos de individuos a través de las herramientas computacionales, analíticas y gráficas adecuadas para llevar las interacciones entre individuos a un nivel de análisis que permitirá interpretar la importancia de la red, de sus actores y de sus interacciones por medio de algunos de los principales indicadores de centralidad en el análisis de redes sociales.

Objetivos

1. Conocer el significado y los componentes de una Red.
2. Operar con matrices en la plataforma de UCINET 6.85.
3. Graficar las matrices con NETDRAW 1.48.
4. Agregar atributos individuales a los actores de una Red.
5. Generar e interpretar cinco Indicadores de Centralidad.
6. Generar Redes y Atributos múltiples.

Definición de Red

Cuando se habla de una Red, se entiende como un grupo de individuos que, en forma agrupada o individual, se relacionan con otros con un fin específico, caracterizado por la existencia de flujos de información. Las redes pueden tener muchos o pocos actores y una o más clases de relaciones entre pares de actores. Una Red se compone, por tanto, de tres elementos básicos los cuales son: nodos o actores, vínculos o relaciones y, flujos.

Elementos básicos de una Red

Nodos o actores. Son las personas o grupos de personas que se encuentran en torno a un objetivo común. Por ejemplo, en la Figura 1 tenemos a un grupo de amigos donde cada uno de ellos constituye un nodo. Usualmente los nodos o actores se representan por círculos. La suma de todos los nodos representa el tamaño de la Red.

Vínculo. Son los lazos que existen entre dos o más nodos. En una Red de amistad, por ejemplo, un actor muestra un vínculo directo con otro actor. Los vínculos o relaciones se representan con líneas.

Flujo. Indica la dirección del vínculo. Tomando el ejemplo de nuestra Red de amistad (Figura 1), Gil dice tener amistad con Karla pero Karla no dice tener amistad con Gil (**flujo dirigido o unidireccional**). Los flujos se representan por una flecha que indica el sentido. Es posible que también existan flujos mutuos o **bidireccionales**, como el caso en que Kiko referencia a Beto como su amigo y viceversa. Cuando un actor no tiene ningún tipo de flujo, lo que a su vez implica ningún vínculo, se dice que este nodo está suelto dentro de la Red.

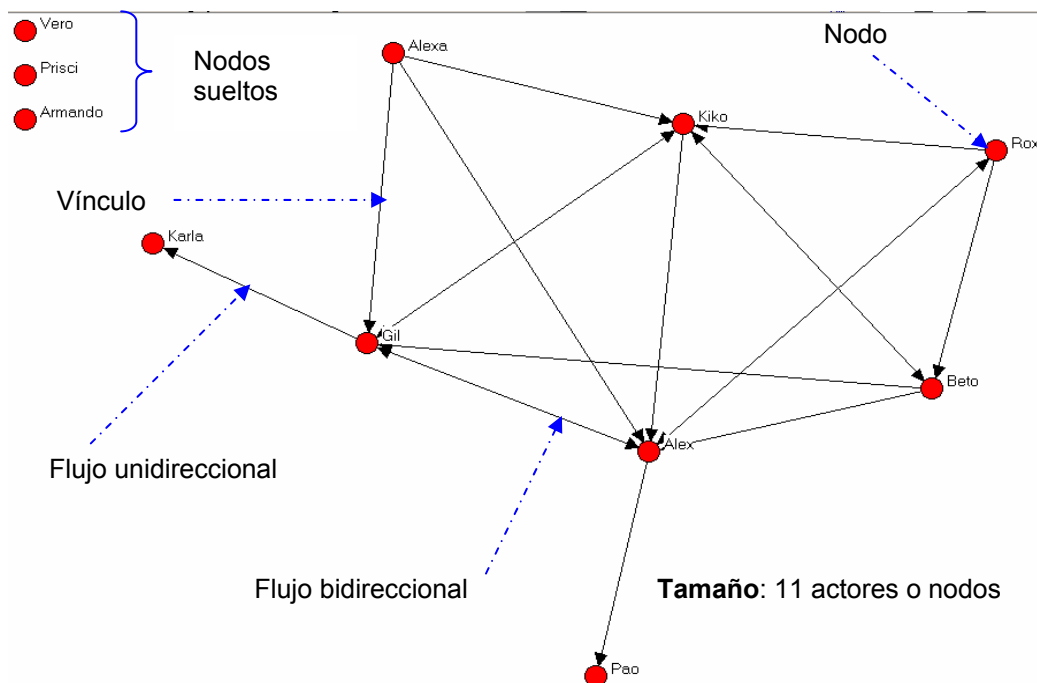


Figura 1. Elementos básicos de una Red de amistad

Ya que tenemos una breve explicación de los componentes de una Red gráfica, continuaremos con el uso de Ucinet 6.85¹ y Netdraw 1.48² que nos serán de gran ayuda para realizar el análisis y la visualización de nuestros ejemplos.

Plataforma del software Ucinet 6.85

La representación de las interacciones entre los diferentes actores de una Red, se hace por medio de gráficos como el anterior, los cuales resultan más entendibles y dan un ambiente más amigable a su interpretación; pero cada gráfico proviene de una **matriz**³, en la cual se ha capturado previamente la información de la que se dispone.

Para poder generar una **matriz** con la finalidad de analizar los datos y poderlos graficar, recurriremos a un programa llamado Ucinet, del cual se puede obtener una versión de prueba en la página: <http://www.analytictech.com/downloaduc6.htm>, una vez instalado el programa, podremos iniciarlo siguiendo la ruta: Inicio>Programas>Ucinet 6>Ucinet 6 for Windows y, en la pantalla de inicio del programa observaremos lo siguiente:

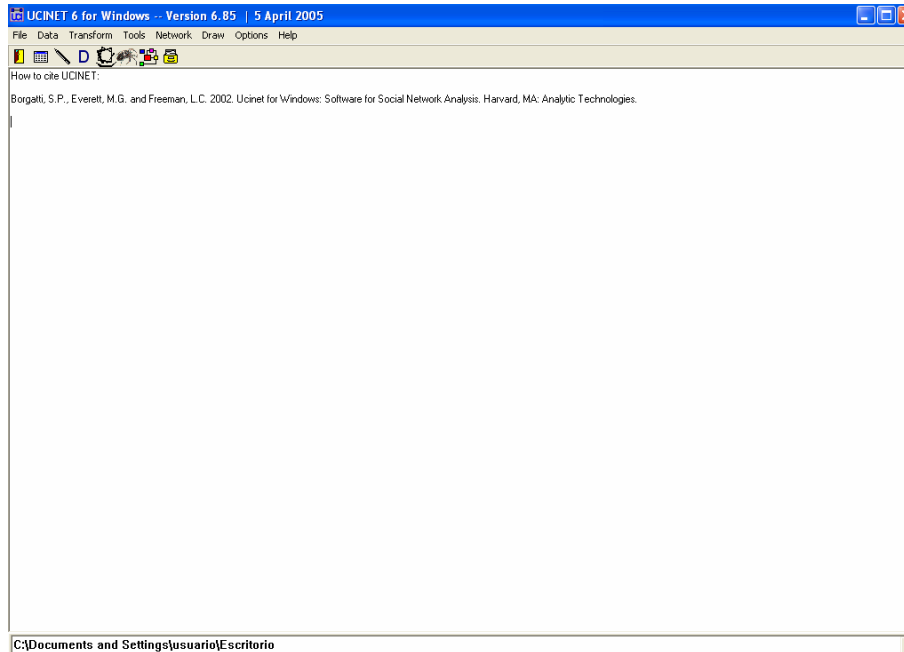


Figura 2. Pantalla de inicio de Ucinet 6.85

Ucinet, es un programa que presenta características similares a otros programas que funcionan bajo el sistema operativo de Windows. En la Figura 2 se puede observar que en la parte superior existe una barra de menús desplegables (File, Data, Transform, Tools, Network, Draw, Options y Help), inmediatamente siguen una serie de iconos de acceso directo, y por último en la parte inferior se encuentra una barra de direcciones la que nos indica el directorio en que se está trabajando y donde automáticamente se van a guardar todos los archivos que se generen.

¹ Borgatti, S. P., Everett, M. G. and Freeman, L. C. 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

² Borgatti, S. P. 2002. NetDraw: Graph Visualization Software. Harvard: Analytic Technologies

³ Conjunto cuadrado de elementos dispuestos en líneas horizontales (filas) y verticales (columnas).

Para crear la **matriz**, en donde se introduce la información, presionamos el segundo icono de izquierda a derecha, el cual se refiere a la función de hoja de captura, (Spreadsheet en inglés) Figura 3 A, al hacerlo nos aparecerá una pantalla como la mostrada en la Figura 3 B, una vez que aparezca podremos empezar a introducir los datos en la **matriz**.

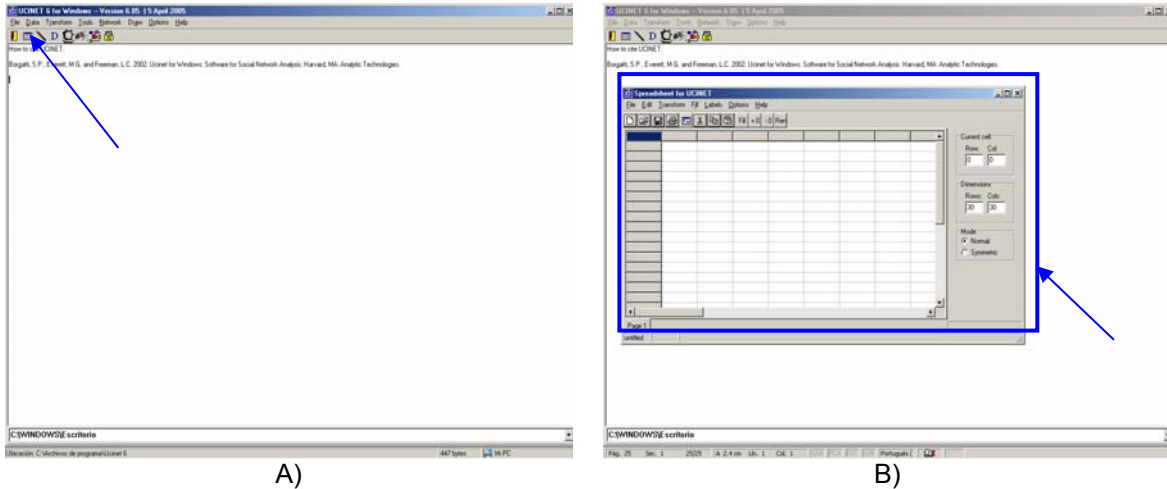


Figura 3. Spreadsheet (hoja de captura) (A) y página de captura de la matriz (B)

Una vez abierta esta ventana (Figura 3 B) y para poder generar nuestra **matriz**, primero comenzaremos a identificar las herramientas esenciales que ésta contiene (Figura 4).

Del lado derecho de la Figura 4, ampliada en la Figura 5, se puede apreciar la “Celda actual (Current cell)”, las “Dimensiones de la **matriz** (Dimensions)” y el “modo (mode)” de la **matriz** (Normal o Simétrica) (Normal/Symmetric). El primero, indica en qué celda nos encontramos introduciendo datos; el segundo, el número de filas y columnas con la que está conformada nuestra **matriz**, en nuestro caso pondremos tanto en Rows: (filas) y Cols: (columnas) el valor de 11, ya que este es el tamaño de la Red del ejemplo con el que comenzaremos a trabajar; es decir, el número de actores con los que practicaremos (Figura 1).

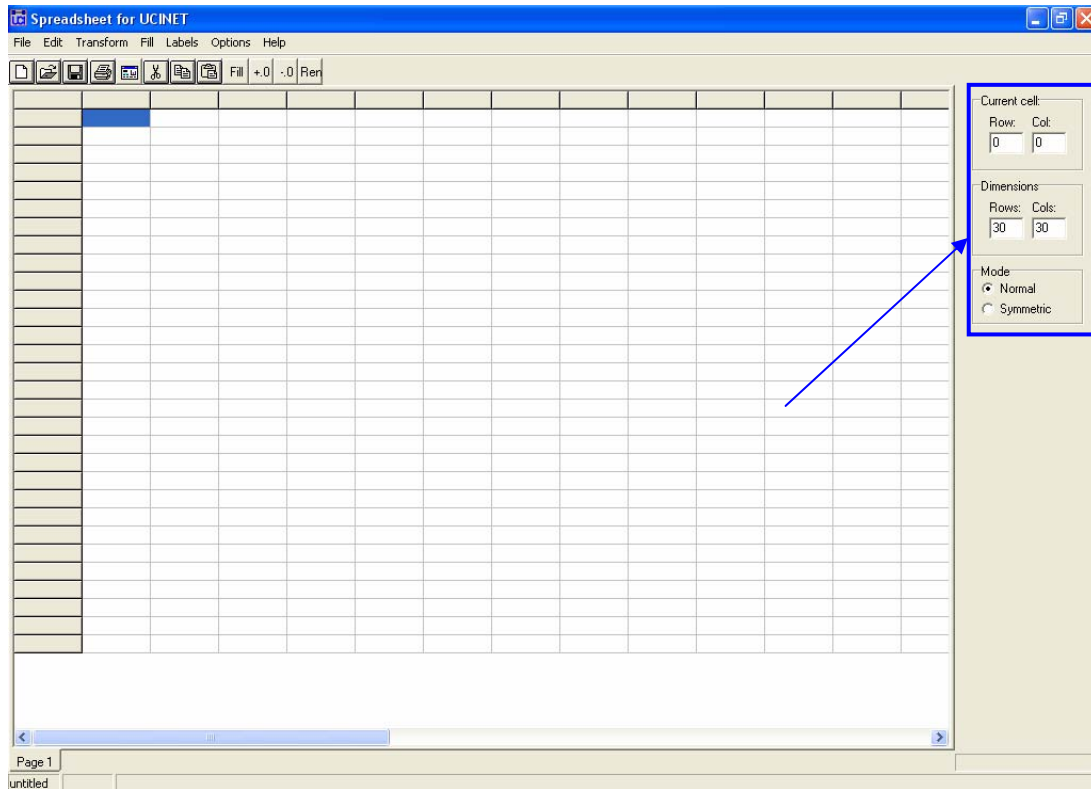


Figura 4. Identificación de herramientas esenciales de la matriz

Antes de continuar, es importante señalar que el valor que utilizemos tanto en filas como en columnas deberá ser idéntico; esto es, que construiremos una **matriz cuadrada**⁴.

De la misma manera, en nuestro ejemplo nuestra **matriz** no sólo será cuadrada, sino que también será una **matriz idéntica**⁵ ya que introduciremos el mismo nombre de actor tanto en la columna como en la fila.

Por último, el modo de la **matriz** responde al tipo de flujos que se dan entre los vínculos de los nodos, cuando hablamos de una **matriz** normal se tienen tanto Flujos **unidireccionales** como **bidireccionales** dentro de la Red; y cuando tenemos una **matriz simétrica**⁶, sólo se dan **flujos bidireccionales**.

⁴ Matriz que contiene el mismo número de filas y de columnas

⁵ Matriz donde el número y los nombres de las columnas y de la filas son idénticos

⁶ Matriz donde las relaciones entre los nodos se dan de manera bidireccional.

Figura 5. Herramientas esenciales para la creación de la matriz de información

Introducción de datos a una matriz de Ucinet

Antes de comenzar a introducir los datos en la **matriz**, revisaremos las relaciones que cada actor dice tener con los demás nodos, el Cuadro 1 nos proporciona de una manera sencilla las relaciones de amistad que dijeron tener los actores o nodos entre ellos.

Cuadro 1. Resultados de las relaciones de amistad entre los actores

Nombre	Tiene amistad con
Alex	Gil, Rox y Pao
Gil	Alex, Karla y Kiko
Rox	Alex, Beto y Kiko
Beto	Alex, Gil y Kiko
Vero	Nadie
Pao	Nadie
Karla	Nadie
Prisci	Nadie
Armando	Nadie
Alexa	Alex, Gil y Kiko
Kiko	Alex, Gil, Beto,

Las relaciones del Cuadro 1 las introduciremos en nuestra **matriz**, esta debe tener una característica importante, ser idéntica; es decir, las filas y las columnas deberán ser iguales, por lo tanto, capturaremos los nombres de nuestros actores tanto en las columnas como en las filas siguiendo el mismo orden (Figura 8).

Para facilitar este procedimiento y evitar errores en el momento de capturar los nombres de los nodos o actores, podemos introducir todos los nombres en la primera columna (Figura 6) y después seguir esta ruta: Labels>Copy rows to columns (Figura 7),

de esta manera los títulos de las filas automáticamente serán los títulos de las columnas (Figura 8).

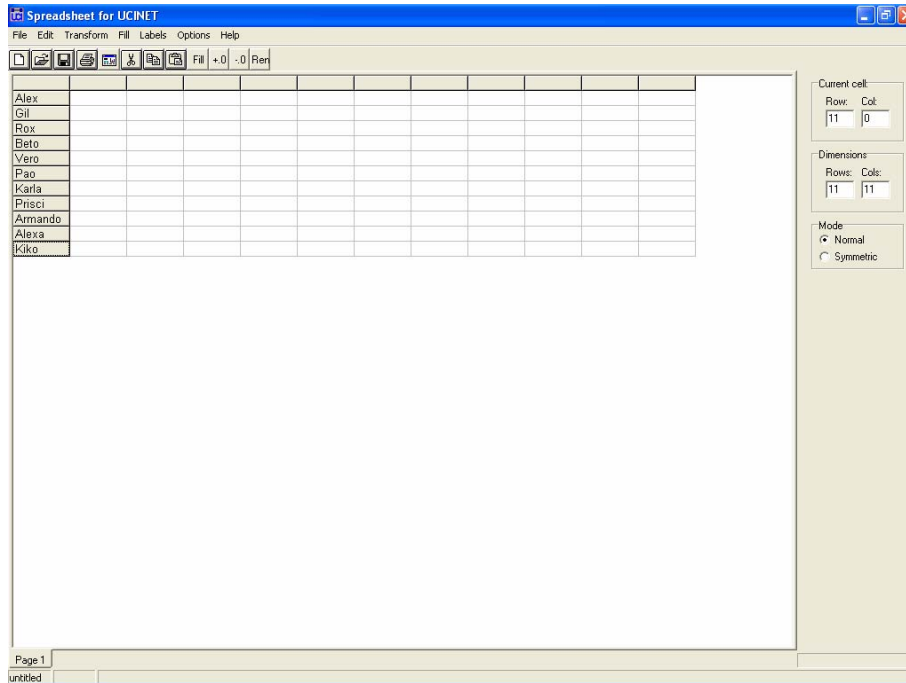


Figura 6. Introducción de los títulos de las filas en la primer columna

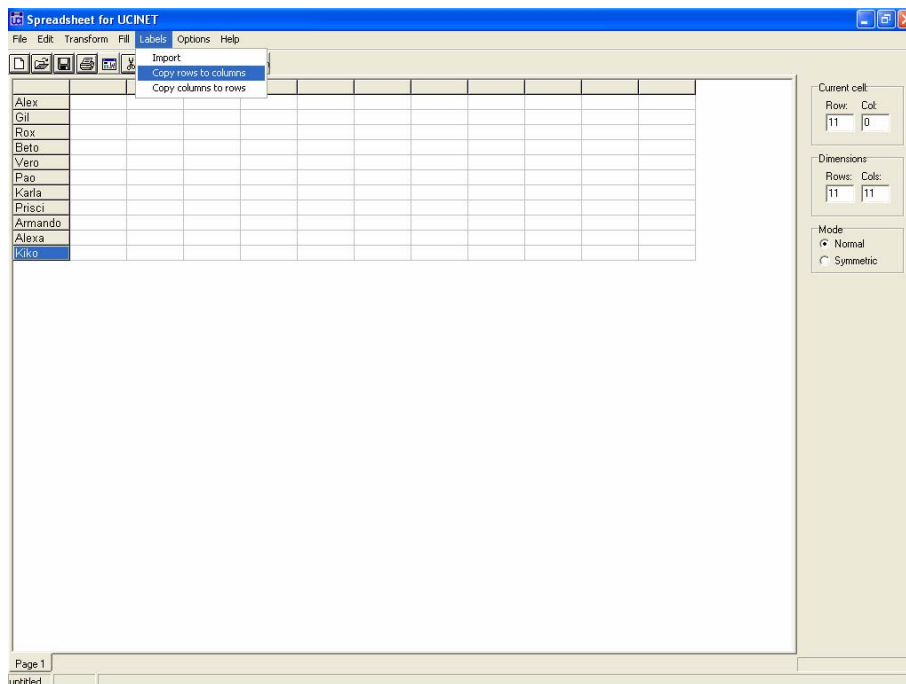


Figura 7. Copiado de los títulos de las filas hacia los títulos de las columnas

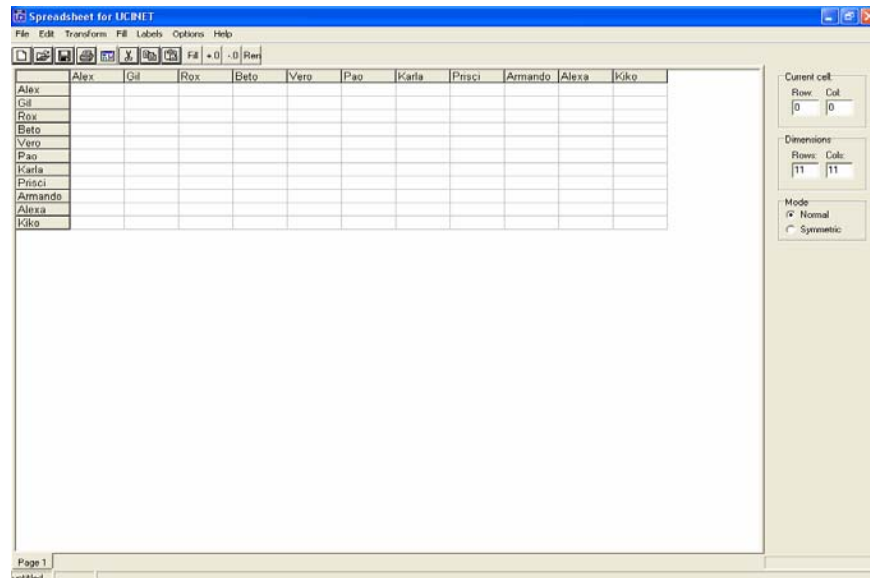


Figura 8. Captura de nodos en una matriz

Ya que hemos capturado el nombre de cada nodo, podremos comenzar a introducir las relaciones entre los actores; en este caso, daremos el valor de “1” a la existencia de relación y “0” a la ausencia de ella. Es importante aclarar que no es posible dar el valor de “1” en la celda que pertenece al mismo nodo, es decir, *por ningún motivo*⁷ debemos dar valor mayor que “0” a Alex con Alex, Gil con Gil, etc. De igual forma, no debemos dar valores mayores a “1”. Hay que aclarar que en algunas ocasiones sí se pueden utilizar valores mayores a “1” pero sólo cuando se trabaja con redes ponderadas, en este caso sólo se utilizarán valores de “0” y “1”.

De esta manera, para facilitar la captura de los datos y evitar errores, pondremos el valor de “0” a las celdas que pertenecen al mismo nodo (Figura 9).

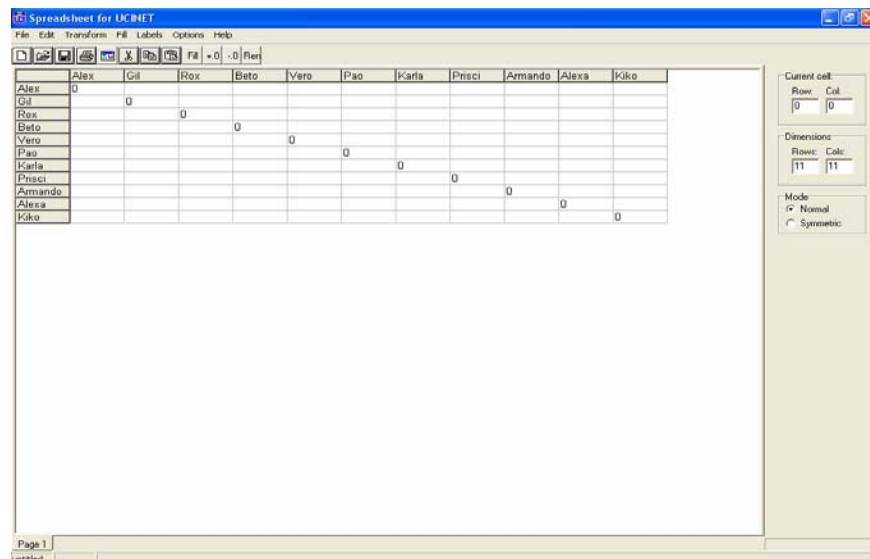
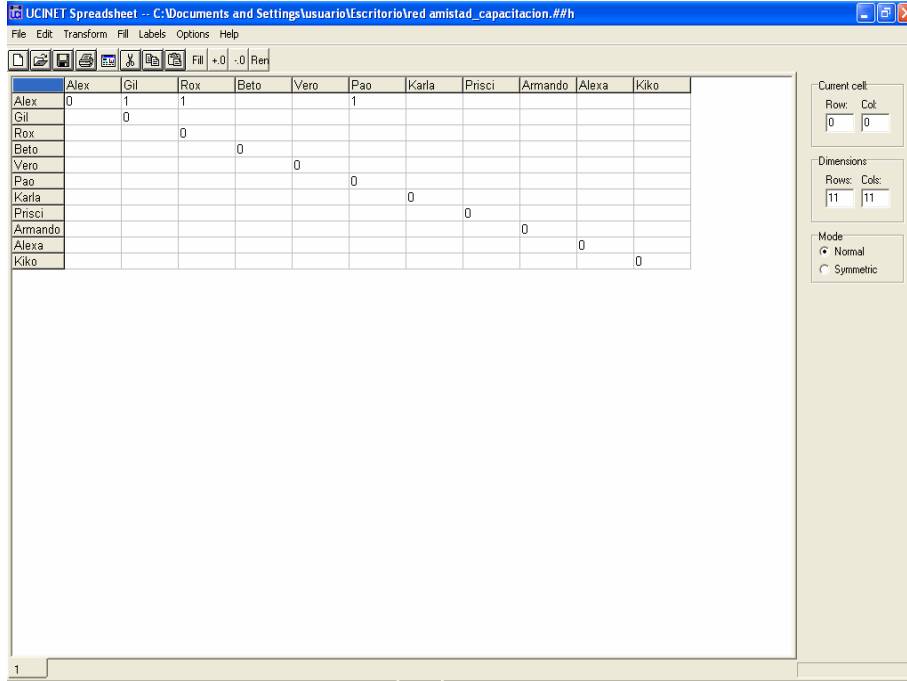


Figura 9. Evitando errores en la captura de datos de la matriz

⁷ Es posible utilizar un valor mayor que “0” y de “1” en estas celdas cuando el análisis así lo requiera, en nuestro caso, los ejemplos con los que trabajaremos en este manual no necesitan tener un valor diferente a “0”.

Ya que hemos preparado nuestra **matriz** evitando errores de captura, comenzaremos con la lectura del cuadro anterior (Cuadro 1), por ejemplo, tenemos que Alex dice tener relación con Gil, Rox y Pao, de esta manera, comenzaremos a dar el valor de “1” a estas relaciones de la siguiente manera (Figura 10):



	Alex	Gil	Rox	Beto	Vero	Pao	Karla	Prisci	Armando	Alexa	Kiko
Alex	0	1	1			1					
Gil		0									
Rox			0								
Beto				0							
Vero					0						
Pao						0					
Karla							0				
Prisci								0			
Armando									0		
Alexa										0	
Kiko											0

Figura 10. Captura de las primeras relaciones en la matriz

Podemos observar que la captura de las primeras relaciones se realizó en la fila de Alex, ya que este nodo es el primero que observamos, es importante recordar que la captura de todos los datos deberá hacerse de fila a columna y ser de la misma forma; es decir, en cada fila capturaremos las relaciones que el nodo dice tener con los demás actores (columnas), nunca podrá ser de otra manera.

Teniendo claro la forma en que se deben de capturar las relaciones, proseguiremos a realizar el mismo procedimiento para cada actor, Figura 11.

	Alex	Gil	Rox	Beto	Vero	Pao	Karla	Prisci	Armando	Alexa	Kiko
Alex	0	1	1			1					
Gil	1	0					1				1
Rox	1		0	1							1
Beto	1	1		0							1
Vero					0						
Pao						0					
Karla							0				
Prisci								0			
Armando									0		
Alexa	1		1							0	1
Kiko	1	1		1							0

Figura 11. Captura de todas las relaciones en la matriz

Ya que tenemos capturadas todas las relaciones encontradas en esta Red de amistad, nos permitiremos dar una pequeña interpretación con respecto a las filas y las columnas:

Como ya habíamos mencionado anteriormente, las filas representan las relaciones que cada actor dice tener con los demás nodos, por otro lado, las columnas son todas las relaciones que otros nodos dicen tener con un actor; así, podemos observar en la Figura 11 que Gil dice tener relaciones de amistad con tres actores y, cuatro actores dicen tener relación con Gil, por mencionar un ejemplo.

Ahora, después de esta breve interpretación del significado de las columnas y las filas, procederemos a “llenar” con el valor de “0” a las celdas con ausencia de relación. Para realizar este procedimiento de una manera rápida y sencilla, presionaremos el ícono “Fill” que se encuentra en la cuarta posición contando de derecha a izquierda (Figura 12).

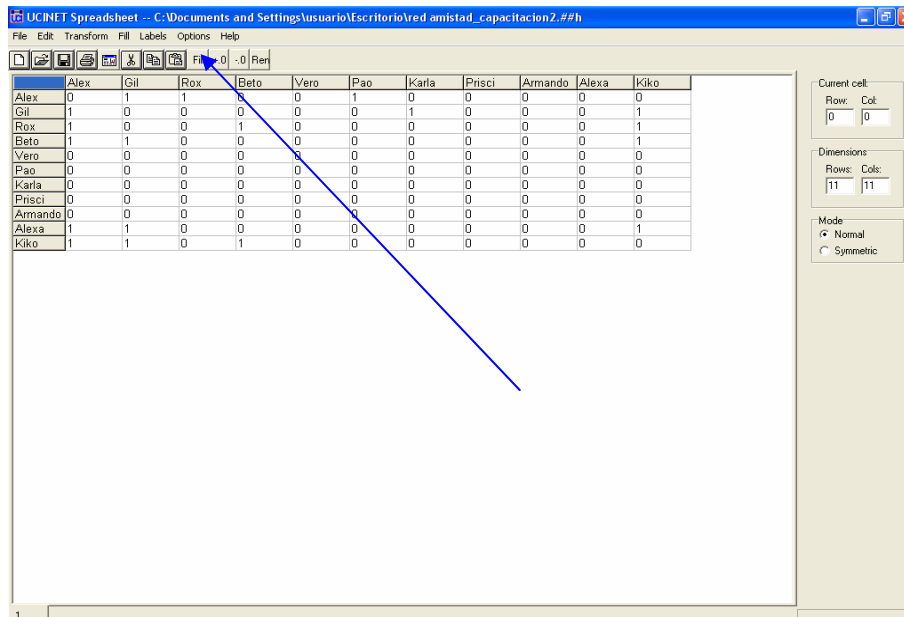


Figura 12. Llenado de los espacios en blanco con la herramienta “Fill”

Ya que tenemos nuestra *matriz* completa, procederemos a guardarla con los siguientes pasos: Presionaremos File (en la barra de menús desplegables) y después “Save as” (Figura 13), asignamos un nombre a nuestra *matriz*, en este caso “Red de amistad” y listo, ya que hemos almacenado la *matriz* en nuestra computadora podremos cerrar esta ventana.

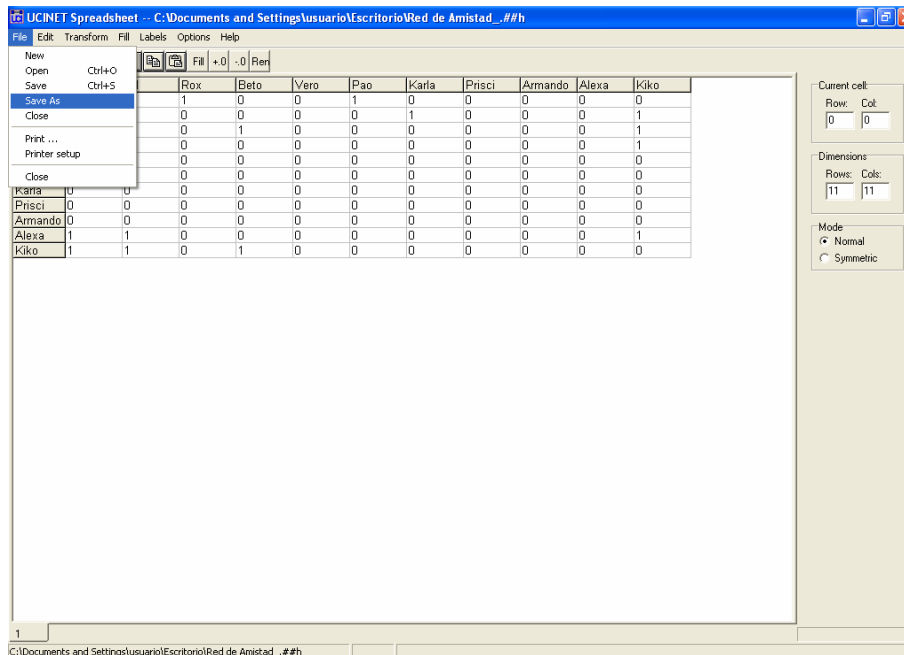


Figura 13. Almacenamiento de una matriz

Para poder copiar o transferir los archivos que se generen en Ucinet ó para transportarlos a otras computadoras debemos copiar dos archivos, uno con extensión “.##h” y otro con “.##d”, porque si sólo se copia uno de los dos no se pueden visualizar las

gráfica o incluso no se pueden abrir, en nuestro ejemplo se tendrían que copiar los archivos: “Red de amistad.###h” y “Red de amistad.###d”.

Cabe mencionar, que todo el procedimiento para realizar una **matriz**, puede también generarse en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, este software se recomienda para matrices que contengan una cantidad considerable de nodos ya que Excel cuenta con herramientas que facilitan la captura, edición y la visualización de la información. Sólo se tiene que seleccionar la información, copiarla y pegarla en la “hoja de captura”.

Hasta este momento, hemos completado la primer parte que compete a Ucinet: la preparación de una **matriz** y la captura de los datos en la misma. Proseguiremos con el siguiente paso: graficar nuestra **matriz** en un **grafo**⁸.

Generación del gráfico de una Red con NetDraw 1.48

El primer paso para poder analizar una Red, es construir un gráfico o **grafo**; para hacerlo, presionamos el segundo icono de derecha a izquierda (Figura 14), en seguida nos aparecerá la pantalla de inicio de Netdraw, como la mostrada en la Figura 15 y presionamos “Ok”. De la misma manera, este programa presenta características similares a los demás programas creados para el mismo Sistema Operativo (Windows); es decir, cuentan con una barra de menús, barra de iconos de acceso directo, ventanas flotantes, etcétera.

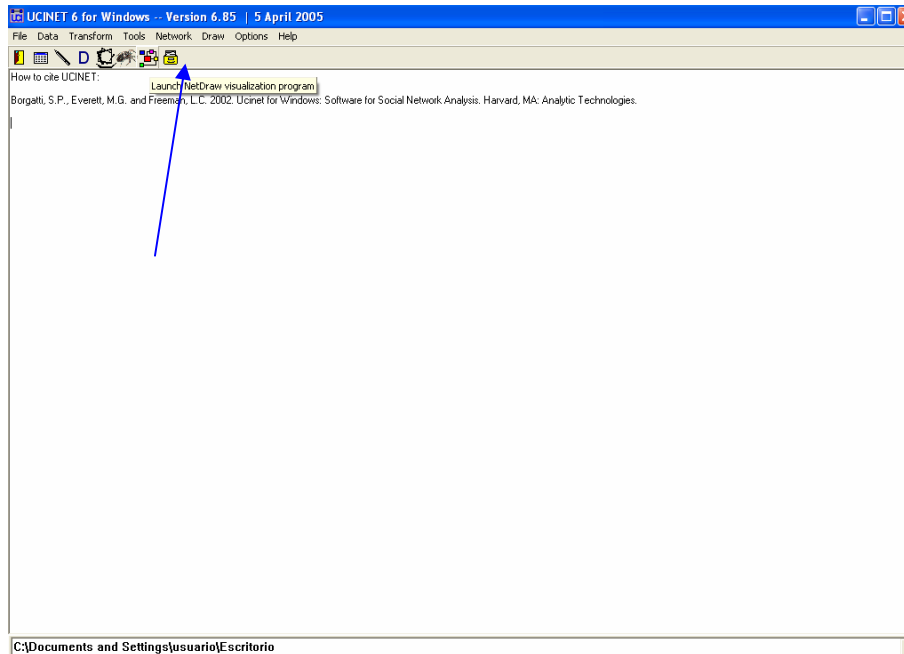


Figura 14. Inicio de NetDraw 1.48

⁸ Nombre técnico de un gráfico que muestre las relaciones entre un grupo de actores (Red)

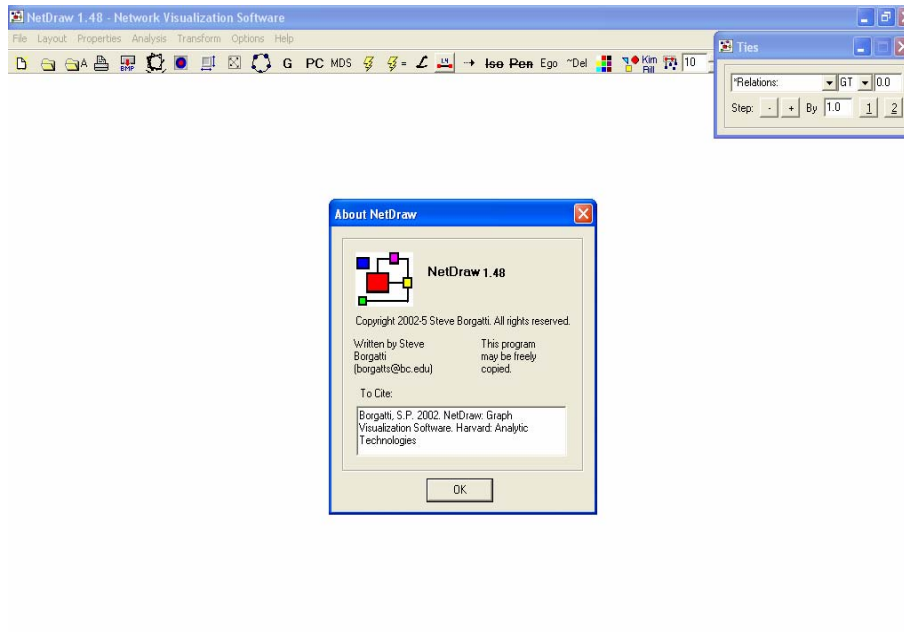


Figura 15. Ventana de inicio de NetDraw 1.48

Para poder trabajar, será necesario abrir la **matriz** anteriormente creada y guardada, para conseguirlo presionamos el segundo icono de izquierda a derecha “open UCINET network dataset” (Figura 16), al presionar este icono el programa nos proporcionará un cuadro donde podremos buscar el nombre del archivo para abrir, presionamos el botón con “puntos suspensivos” y buscamos la carpeta en donde hayamos guardado la **matriz** “Red de amistad.###h”, lo seleccionamos, presionamos “abrir” (Figura 17) y por último “Ok”; inmediatamente, el programa hará una representación gráfica de la Red (Figura 18).

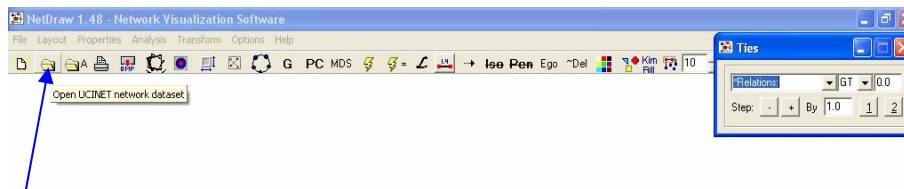


Figura 16. Procedimiento para abrir la matriz guardada

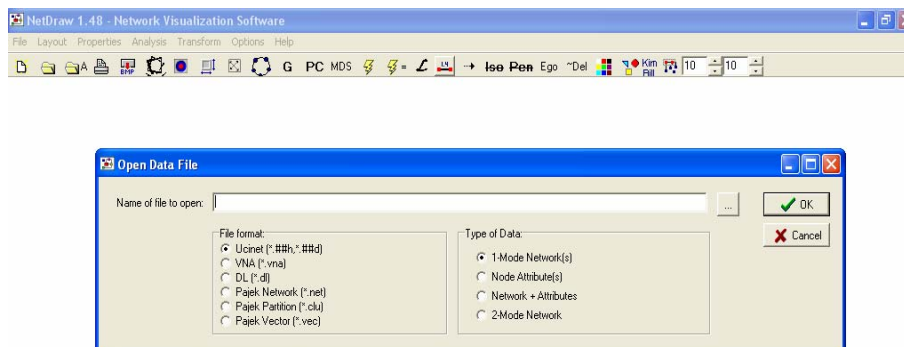


Figura 17. Procedimiento para seleccionar la matriz guardada

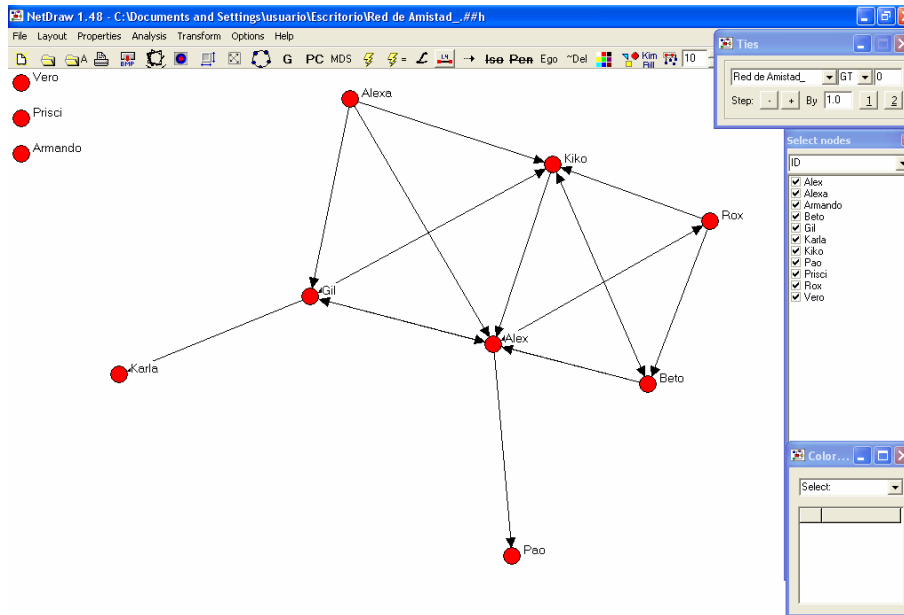


Figura 18. Representación gráfica de la Red de amistad

La Figura 18 nos muestra la primera representación gráfica de nuestra Red, en algunas ocasiones, NetDraw nos proporciona un **grafo** que no es totalmente legible. Por ejemplo, en nuestra Red de amistad Beto referencia Gil pero en la Figura 18 no se observa esa relación debido a la posición de Alex dentro de la figura; una gran ventaja que nos ofrece este software es que podemos mover los nodos pulsando el botón izquierdo del “Mouse” sobre el nodo y arrastrarlo a la posición deseada (Figura 19).

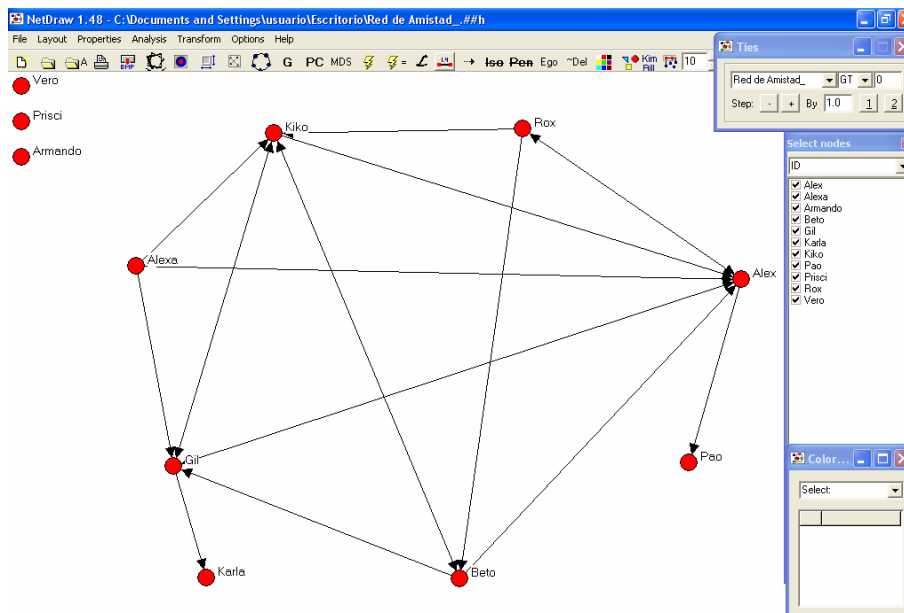


Figura 19. Forma manual de acomodar los nodos de una Red

En nuestra gráfica podemos observar los vínculos entre los nodos o actores (Alex, Gil, Rox, etc.), los diferentes flujos **unidireccionales** (de Alex hacia Pao, de Alex hacia Gil, etc.), **bidireccionales** (entre Kiko y Beto, etc.); y también, a los nodos que no refieren a

nadie y que no son referidos por ningún actor (Vero, Prisci y Armando). Claramente vemos también que existen nodos mejor conectados que otros; y actores con pocas conexiones que aparecen en la periferia de la Red (Figura 19).

Ahora, para ver un gráfico que nos diferencie entre un nodo y otro, recurrimos a características atributivas (edad, sexo, carrera profesional, etc.), las cuales deberán ser capturadas de manera similar en la que creamos nuestra **matriz** pero siguiendo otro procedimiento que a continuación explicaremos.

Introducción de características atributivas (Atributos de los nodos)

Para poder introducir **atributos**⁹ a los nodos o actores, abriremos el “Spreadsheet” desde Ucinet (Figura 3 A); en este caso vamos a introducir el **atributo** “sexo”, una manera muy sencilla y práctica de hacerlo es volviendo a abrir la **matriz** (Red de amistad), presionando el menú desplegable File>Open. Posteriormente reduciremos el número de columnas “Cols:” a 1 (no así el número de filas, que deberá quedarse con el valor de 11) y eliminaremos los valores que pertenecen a la **matriz**; ahora el título de la columna será “sexo” e introduciremos el valor de “1” para los hombres y un valor de “2” para las mujeres, de manera que la nueva **matriz** se vea como en la Figura 20.

Actor	Sexo
Alex	1
Gil	1
Rox	2
Beto	1
Vero	2
Pao	2
Karla	2
Prisci	2
Armando	1
Alexa	2
Kiko	1

Figura 20. Atributo “Sexo” para cada actor

Por último, guardaremos el nuevo archivo desde “File>Save As”, ahora lo llamaremos “Red amistad (sexo)”; ya que hayamos nombrado y guardado nuestro archivo cerraremos la ventana.

⁹ Los atributos de un nodo son características que nos permiten identificar a cada actor o a grupos de actores y, de esta manera diferenciar unos de otros.

Con este **atributo**, ahora será más fácil poder visualizar la gráfica de la Red y nos permitirá generar conclusiones más exactas a nuestro primer análisis visual.

Gráfica de la Red de amistad con atributos

Una vez introducido el **atributo** o los **atributos**, todo dependerá de cómo queramos diferenciar a los nodos de la Red o a los grupos que la conforman; volveremos a NetDraw con el gráfico abierto (en ningún momento lo cerramos), presionamos el tercer icono de izquierda a derecha “Open UCINET attribute dataset” (Figura 21); una vez más el programa abre una ventana que nos pide el nombre del archivo, presionamos el botón con los “puntos suspensivos”, localizamos la ruta en donde está almacenado el archivo “Red de amistad (sexo).###h”, lo seleccionamos, presionamos “abrir” y por último “Ok”; en seguida aparece en la pantalla un cuadro similar a lo presentado en la (Figura 22), lo cual indica que el **atributo** se ha cargado satisfactoriamente.

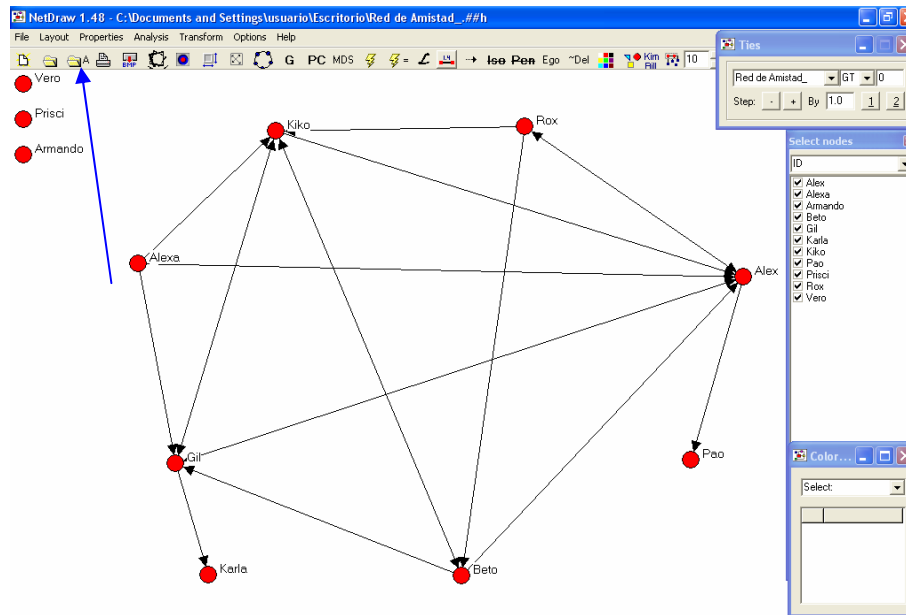


Figura 21. Icono para abrir la ventana y agregar Atributos a la Red de amistad

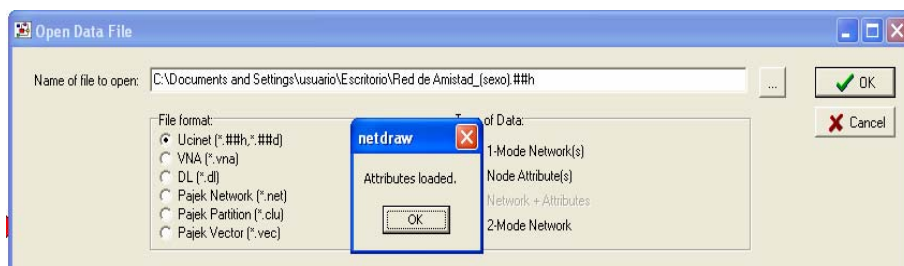


Figura 22. Cargando los atributos para la Red

Ahora, para poder visualizar la Red con **atributos**, presionamos el cuarto icono de derecha a izquierda “Choose node colors according to attribute values” (Figura 23), en seguida se abrirá una ventana flotante “Color nodes by attribute”. En donde aparece la

palabra “Select”, presionamos en la pestaña y buscamos el **atributo** “Red de amistad (sexo)”, lo seleccionamos y automáticamente veremos que los colores de los nodos habrán cambiado dependiendo del sexo de cada uno de los actores (Figura 24).

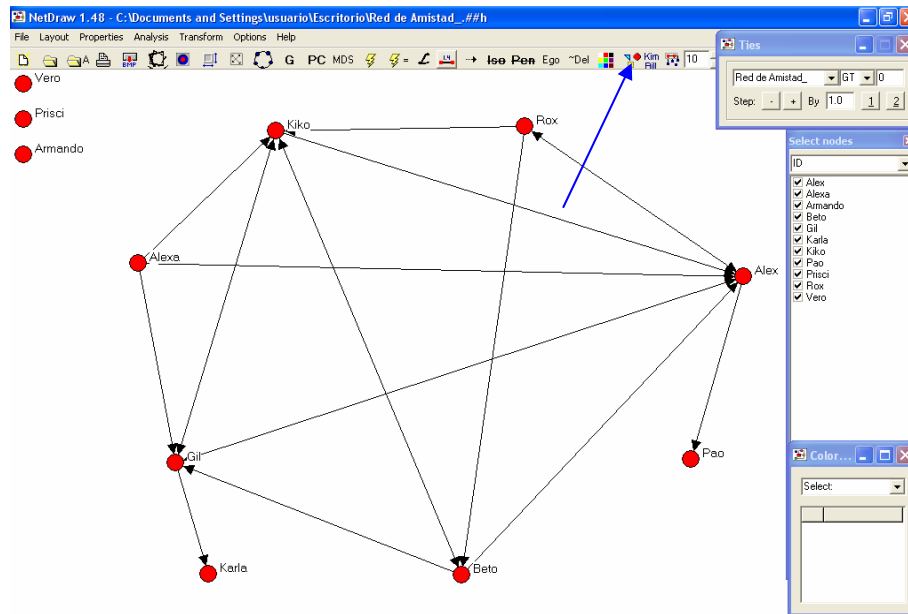


Figura 23. Procedimiento para cambiar el color de los nodos por atributo

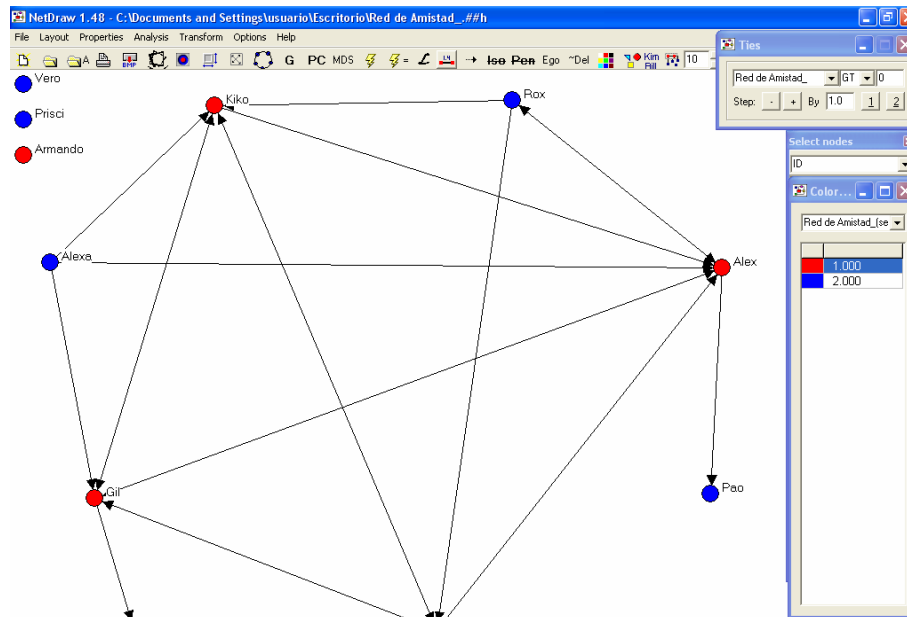


Figura 24. Cambio de color de los nodos por atributo

Dentro de las posibilidades que ofrece NetDraw para poder visualizar los gráficos de redes, es cambiar el tipo de color de los nodos, esto se hace presionando el cuadro de color (rojo y azul en nuestro ejemplo) de los atributos y automáticamente el programa mostrará un panel de colores en donde podemos escoger el que más nos agrade.

Si deseamos darle otra presentación y una mejor diferenciación a nuestros nodos o actores, también podemos cambiar la figura del nodo dependiendo del **atributo**, para esto presionamos el tercer icono de derecha a izquierda “Choose node shape according to attribute values” (Figura 25), de la misma manera se abrirá una nueva ventana “Shapes of nodes”, seleccionamos el **atributo** y presionamos “enter” y podremos ver que las figuras de los nodos han cambiado (Figura 26).

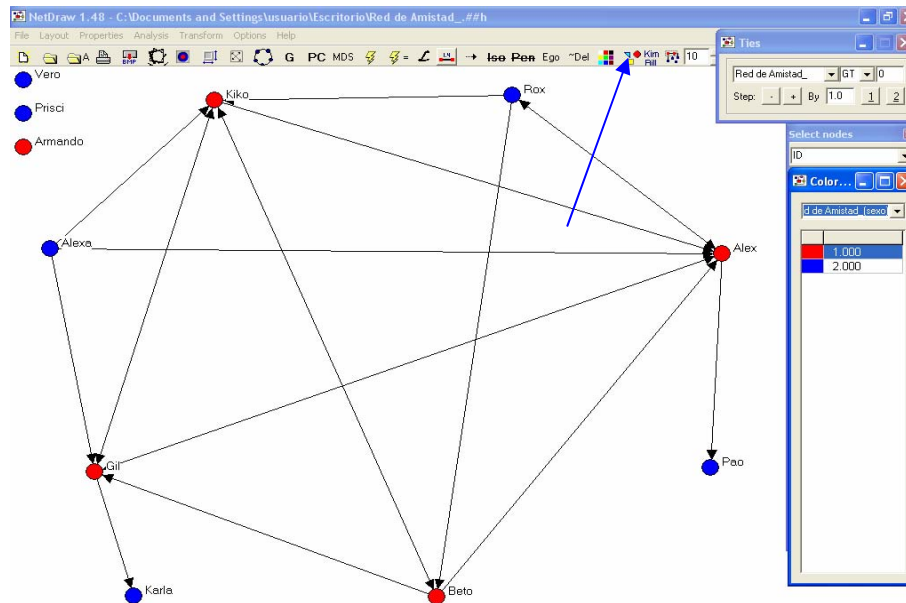


Figura 25. Procedimiento para cambiar la forma de los nodos por atributo

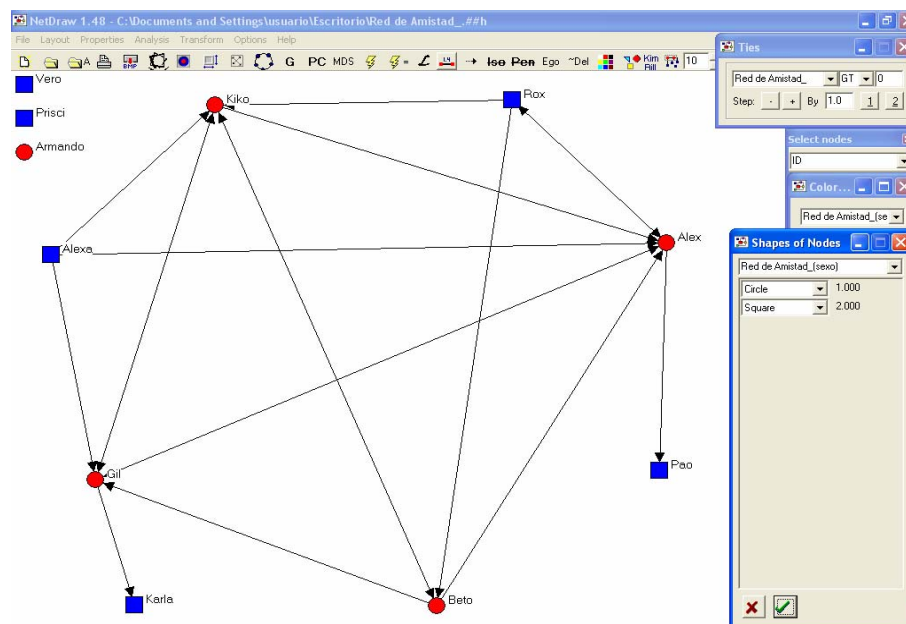


Figura 26. Cambio de forma de los nodos por atributo

De manera similar, también podemos cambiar el tipo de forma que más nos agrade siguiendo el mismo procedimiento con el cual se puede cambiar el color, sólo que en este caso tenemos que bajar la “pestaña” de las formas disponibles y una vez seleccionada la que deseamos, presionar el botón con la “paloma” (junto de la “cruz”) y listo.

Hay ocasiones en las cuales sea necesario tener guardado el gráfico de la Red, por ejemplo, para pegarlo en una presentación; para poder hacer esto (en NetDraw 1.48), la ruta es siguiente: File>Save Diagram As>Jpeg, el programa también ofrece la posibilidad de guardar el gráfico como BMP y/o como un Metaarchivo mejorado; nosotros recomendamos el Jpeg porque ocupa menos espacio en el disco duro y da buena resolución a las imágenes.

Hasta ahora, sólo hemos realizado un análisis gráfico de la Red de amistad, lo cual nos puede llevar a hacer las primeras hipótesis acerca de su comportamiento y de cuáles son los nodos más importantes o centrales. Por ejemplo, se observa que Alex y Kiko son nodos que están mejor conectados ya que tienen el mayor número de vínculos a comparación de los demás; que la Red esta dispersa, ya que hay nodos que no tienen conexiones, que la mujeres dentro de esta Red no dicen tener relaciones entre ellas mismas y por tanto están más relacionadas con los hombres, además que Beto no dice tener relación con las mujeres dentro de la Red, etcétera.

Para poder hacer aseveraciones más acertadas de las características de la Red y de cada uno de sus componentes; se tiene que recurrir al análisis de indicadores de redes, y de esta manera poder llegar a conclusiones más exactas.

Existen indicadores que pueden realizarse de forma individual (para cada nodo) y de forma conjunta (para toda la Red), en el Cuadro 2 se muestra el tipo de indicador que veremos en este manual y su uso, ya sea individual o de forma conjunta.

Cuadro 2. Tipo de indicadores

Tipo de indicador	Nodo	Red completa	Descripción
Densidad	Sí	Sí	Nos muestra el valor en porcentaje de la Densidad de la Red, es decir, nos muestra la alta o baja conectividad de la Red. La Densidad es una medida expresada en porcentaje del cociente entre el número de relaciones existentes con las posibles.
Centralidad	Si	No	El Grado de centralidad es el número de actores a los cuales un actor está directamente unido.
Centralización	No	Sí	Es una condición especial en la que un actor ejerce un papel claramente central al estar altamente conectado en la Red.
Intermediación	Sí	Sí	Es la posibilidad que tiene un nodo para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos. Estos nodos son también conocidos como actores puente.
Cercanía	Sí	Sí	Es la capacidad de un actor para alcanzar a todos los nodos de la Red.

Indicadores de Redes

Densidad (Density)

La Densidad de una Red puede calcularse sin necesidad de usar el software, este se calcula dividiendo el número de relaciones existentes entre las posibles y multiplicado por 100. En nuestro ejemplo tenemos 18 relaciones de 110 que pudieran existir; es decir, una Densidad de $18 / 110 \times 100 = 16.36 \%$ de toda la Red. El cálculo del total de relaciones posibles se hace multiplicando el número total de nodos por el número total de nodos menos uno, en nuestro ejemplo: $11 \times (11-1) = 11 \times 10 = 110$.

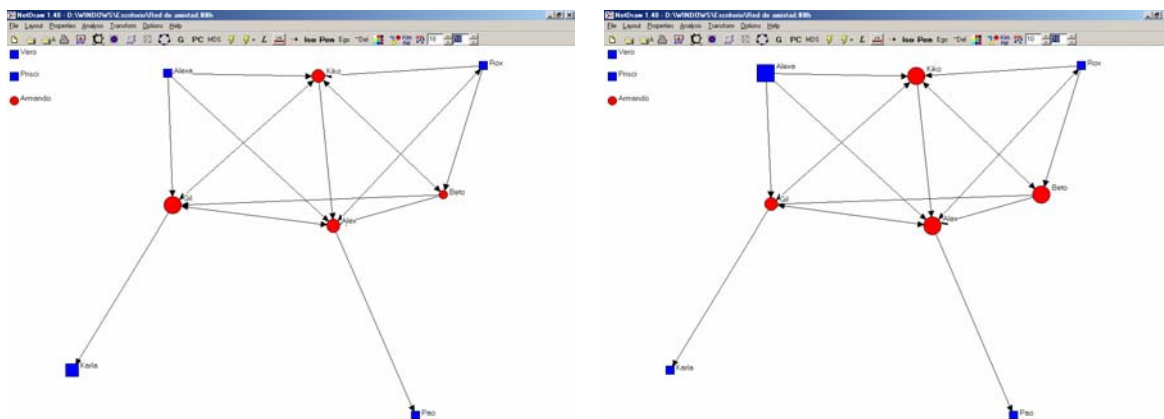
Ahora, si calculáramos la Densidad de Gil, tenemos: 7 relaciones existentes de 70 posibles (tanto de entrada como de salida), por lo tanto $7 / 70 \times 100 = 10 \%$.

Ya que hemos calculado la Densidad de la Red y que conocemos la alta o baja conectividad de la misma, procederemos a calcular nuestro siguiente indicador el cual nos mostrará la cantidad de conexiones que cada actor posee.

Grado de centralidad (Centrality degree)

El Grado de centralidad es el número de actores a los cuales un actor está directamente unido. El Grado de centralidad se divide en grado de entrada y grado de salida, podemos observar en nuestra Red que estos Grados de entrada y de salida dependen de la dirección del flujo; así tenemos que:

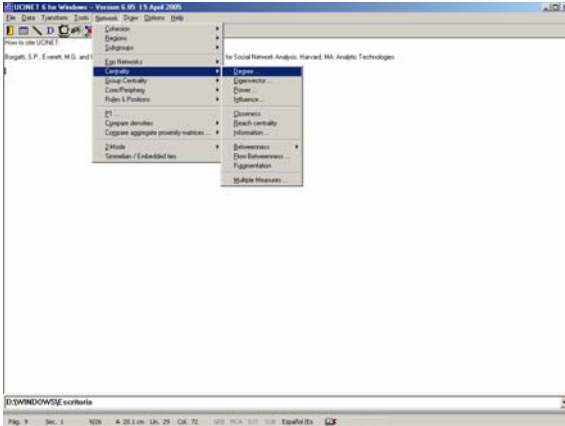
- **El grado de salida:** es la suma de las relaciones que los actores dicen tener con el resto. Por ejemplo, Gil dice tener relación de amistad con Alex, Karla y Kiko, por lo cual su grado de salida es de 3 (Figura 27 A).
- **El grado de entrada:** es la suma de las relaciones referidas hacia un actor por otros. Para el mismo ejemplo, Gil es mencionado por 4 personas (Alex, Kiko, Beto y Alexa), por lo tanto su grado de entrada es de 4 (Figura 27 B).



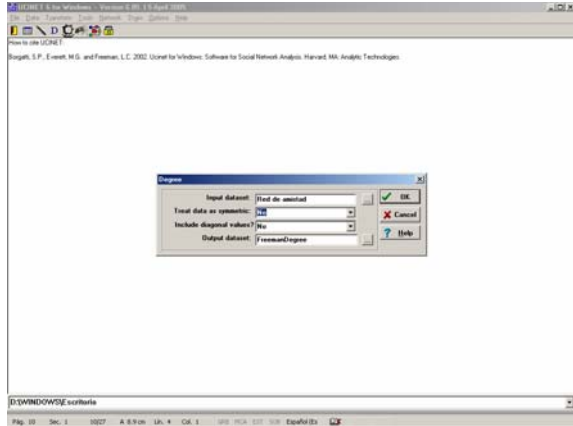
A) Grado de salida
B) Grado de entrada
Figura 27. Grado de entrada y de salida de la Red de amistad de Gil

Si quisiéramos que el software (Ucinet) calculara para cada nodo su Grado de centralidad (de entrada y de salida), el procedimiento es el siguiente:

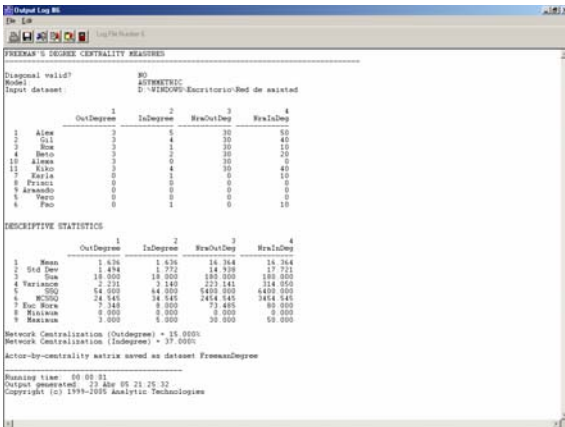
1. En la barra de menús seguimos la ruta Network>Centrality>Degree (Figura 28 A).
2. En la ventana que aparece abrimos “Red de amistad” como en los casos anteriores y presionamos “abrir”.
3. En la celda “Treat data as symmetric” cambiamos el “Yes” por “No”, recordemos que estamos trabajando con una Red asimétrica; es decir, si A refiere a B no necesariamente B tiene que referir a A (Figura 28 B).
4. Presionamos “Ok” e inmediatamente se abrirá una nueva ventana con los indicadores deseados (Figura 28 C).
5. Estos indicadores podemos copiarlos “Edit>Copy” y/o guardarlos “File>Save As” entre otras opciones (Figura 28 D).



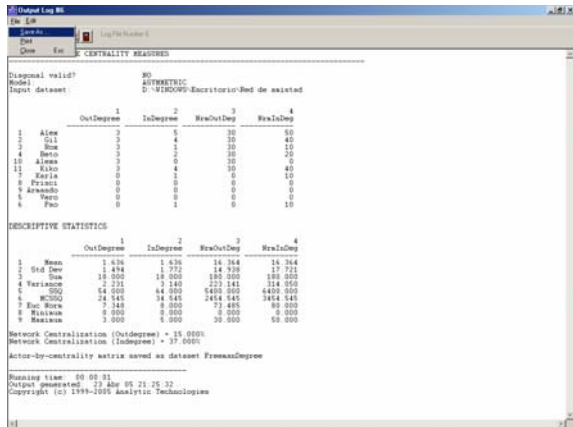
A) Ruta del Grado de centralidad



B) Opciones del Grado de centralidad



C) Medidas del Grado de centralidad para cada uno de los actores de la Red



D) Guardar Cómo, la salida del indicador

Figura 28. Grado de centralidad (Entrada y Salida) de la Red de amistad

En los resultados mostrados por Ucinet, podemos observar a nuestros actores ordenados de mayor a menor por su Grado de centralidad, tenemos también que existen 4 columnas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significado de las columnas en el análisis de centralidad

Nombre de columna	Significado
1 OutDegree	Grado de salida
2 InDegree	Grado de entrada
3 NrmOutDeg	Grado de salida normalizado
4 NrmInDeg	Grado de entrada normalizado

Cuadro 4. Resultados de centralidad para cada actor

		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1	Alex	3	5	30	50
2	Gil	3	4	30	40
3	Rox	3	1	30	10
4	Beto	3	2	30	20
10	Alexa	3	0	30	0
11	Kiko	3	4	30	40
7	Karla	0	1	0	10
8	Prisci	0	0	0	0
9	Armando	0	0	0	0
5	Vero	0	0	0	0
6	Pao	0	1	0	10

Los resultados del Cuadro 4 muestran el grado de entrada y de salida de todos los nodos en las últimas dos columnas, el grado de salida y entrada normalizados son la representación porcentual de dichos grados, de esta manera, podemos afirmar que el actor central de nuestra Red de amistad en cuanto a menciones recibidas es Alex, ya que tiene un grado de entrada de 5, y grado de entrada normalizado del 50 %.

También nos encontramos, dentro del análisis de Grado de centralidad que muestra Ucinet, algunos indicadores generales (de toda la Red), nombrados como DESCRIPTIVE STATISTICS (Cuadro 5), donde podemos observar la media (Mean) de todas las relaciones, en nuestro caso la media es de 1.636, lo cual nos habla de un número muy bajo de menciones en toda la Red; sin embargo, debemos recordar que tenemos a 3 nodos sueltos y dos que no hacen referencia a nadie. Continuamos con la desviación estándar (Std Dev), que no es otra cosa más que la variación de la media, podemos observar que en nuestro ejemplo la desviación estándar se encuentra muy cerca de la media, lo cual nos indica que existe una alta dispersión. La suma (Sum), como su nombre lo dice, es la suma de todas las relaciones, nuestro ejemplo consta entonces de 18 relaciones.

Podemos ver, en seguida de la suma, otros indicadores que a nuestro criterio no son por el momento de mucha importancia, exceptuando el Mínimo (Minimum) y el Máximo (Maximum) lo cuales nos indican el grado máximo y mínimo que tienen los actores dentro de la Red

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas generales del Grado de centralidad

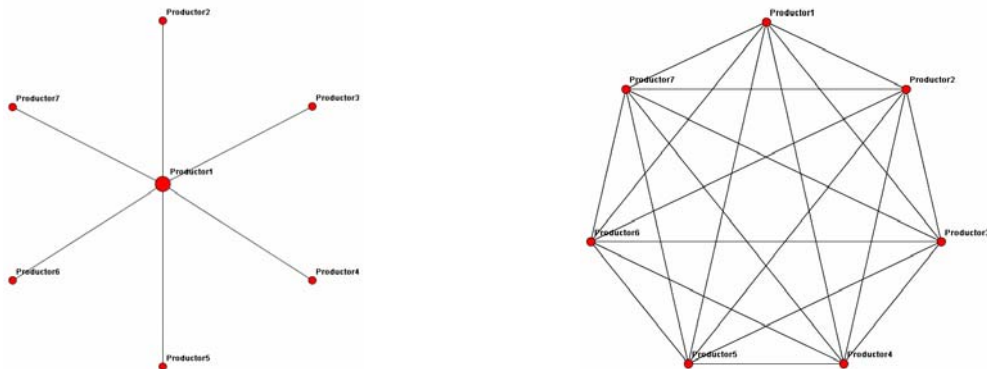
DESCRIPTIVE STATISTICS

		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1	Mean	1.636	1.636	16.364	16.364
2	Std Dev	1.494	1.772	14.938	17.721
3	Sum	18.000	18.000	180.000	180.000
4	Variance	2.231	3.140	223.141	314.050
5	SSQ	54.000	64.000	5400.000	6400.000
6	MCSSQ	24.545	34.545	2454.545	3454.545
7	Euc Norm	7.348	8.000	73.485	80.000
8	Minimum	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Maximum	3.000	5.000	30.000	50.000

Dentro de los resultados mostrados por Ucinet, en el momento de calcular el Grado de centralidad, tenemos otro indicador; el cual es de gran utilidad en la interpretación y análisis de una Red, este indicador se describe a continuación.

Índice de centralización (Centralization index)

Es una condición especial en la que un actor ejerce un papel claramente central al estar conectado con todos los nodos, los cuales necesitan pasar por el nodo central para conectarse con otros. Para ejemplificar mejor el Grado de centralización usaremos un ejemplo diferente: donde el Productor1 es el único con Grado de entrada o de salida igual a "1" (Grado de centralización = 100 %), este tipo de redes indican que existen actores mucho más centrales (Productor1) que otros y se asemeja al comportamiento de una Red estrella (Figura 29 A). Por otro lado, todo lo contrario a la Red estrella serían valores bajos en este indicador, lo cual indicaría ausencia de actores claramente centrales (Figura 29 B).



A) Red Estrella, Grado de centralización = 100 %

B) Grado de centralización = 0 %

Figura 29. Grado de centralización

Cabe aclarar que dentro del análisis de redes existen Grados de centralización de entrada y de salida; el uso de uno u otro dependerá de la necesidad de resultados específicos de cada Red.

Volviendo al ejemplo de nuestra Red de amistad, los Grados de centralización de entrada y de salida se obtienen calculando el Grado de centralidad (Figura 28). Dentro de la ventana del reporte, en la parte inferior se observa el Grado de centralización de entrada y de salida de la Red.

```
Network Centralization (Outdegree) = 15.000%  
Network Centralization (Indegree) = 37.000%
```

El Grado de centralización de una Red, ya sea el de entrada o el de salida, indica qué tan cerca esta la Red de comportarse como una Red Estrella, en donde un actor juega un papel central que controla a toda la Red; o qué tan lejos está de ese comportamiento, el cual es más favorable debido a que esto nos habla de una Red bien conectada.

Ya que hemos identificado a los actores centrales, procederemos a encontrar a los nodos que pueden conectar a los demás a través del cálculo del siguiente indicador.

Grado de intermediación (Betweenness)

Una razón para considerar la importancia de un actor recae en su intermediación, esta se enfoca en el “control de la comunicación”, y se interpreta como la posibilidad que tiene un nodo o actor para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos.

En este análisis se consideran todos los posibles **camino geodésicos**¹⁰ entre todos los pares posibles. La medida de intermediación de un nodo se obtiene al contar las veces que este aparece en los caminos (**geodésicos**) que conectan a todos los pares de nodos de la Red, a estos actores les llamaremos **actores puente**.

Así, para poder explicar mejor la intermediación, usaremos otro ejemplo, nuestro nuevo ejemplo (Figura 30), contiene 6 nodos (tamaño de la Red), en donde el nodo A aparece en todos los caminos posibles para que los demás nodos puedan conectarse (de F a B, F a C, F a D, F a E, B a C, B a D, B a E, C a D, C a E y, D a E); por tanto, este actor tiene un Grado de intermediación de “10”, mientras que los otros actores tienen un Grado de intermediación de “0”.

Es necesario remarcar que para que un nodo tenga Grado de intermediación en una Red por lo menos este debe tener un Grado de entrada y de salida y; además, estar en el o los **camino geodésicos** entre los pares de nodos que se quieren conectar.

¹⁰ Los caminos geodésicos son las rutas más cortas que un actor debe seguir para llegar a otros nodos.

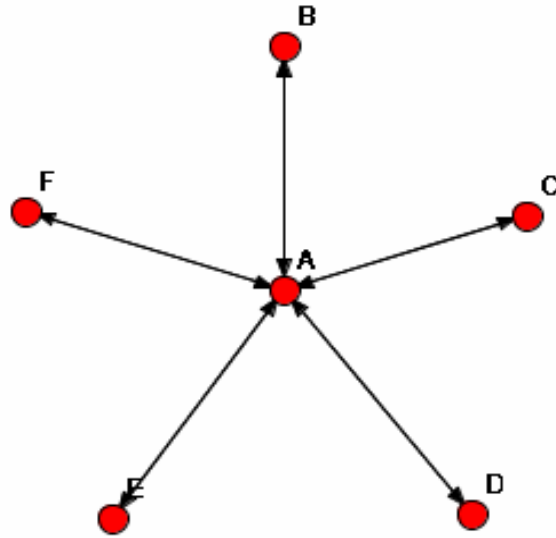


Figura 30. Grado de intermediación del nodo A

Ahora, si nosotros tuviéramos una Red donde cada actor hace referencia a uno de sus compañeros como en la Figura 31, tendríamos una Red donde cada nodo tiene un Grado de intermediación de “10” ya que para un nodo pueda llegar a otro con el cual no está conectado directamente, tendría que utilizar a otros como “puente” para poder alcanzarlos. Por ejemplo, si el nodo A quiere conectarse con el nodo D, E y/o F (con los cuales no está conectado directamente) tendría que pasar o utilizar como “actor puente” a el nodo B. forzosamente (Figura 31).

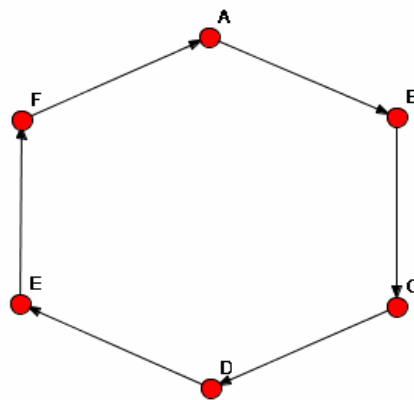


Figura 31. Ejemplo de una Red de 6 nodos para calcular su Grado de intermediación

Ya que hemos entendido el funcionamiento del Grado de intermediación, trataremos de obtenerlo para cada uno de los actores en el ejemplo de la Figura 32 con la ayuda de la información del Cuadro 6.

Cuadro 6. Intermediación entre nodos

Nodo	Es “puente” para relacionar a:
A	Nadie
B	(A y C), (A y D), (A y E), (E y C), (D y C)
C	(B y D)
D	Nadie
E	(C y A), (C y B), (B y D), (D y A), (D y B), (D y C),

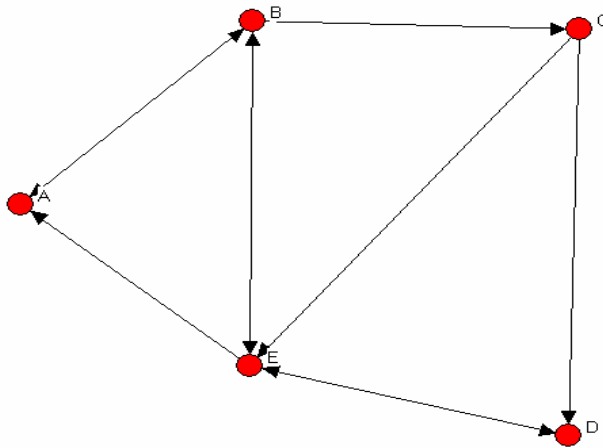


Figura 32. Ejemplo de una Red de 5 nodos para calcular su Grado de intermediación

Podemos observar que los nodos A y D no son actores puente para conectar a los nodos B, C y E en la Red ya que éstos pueden conectarse a los demás nodos sin ayuda de A y D. El nodo E es quien tiene el mayor Grado de intermediación (6) ya que sirve de puente para conectar a seis pares de nodos dentro de la Red, el nodo B tiene un Grado de intermediación de “5”, siendo este el segundo actor más fuerte para intermediar comunicaciones entre los demás nodos y; por último, tenemos que el nodo C sólo sirve para intermediar la relación entre el nodo B y el nodo D, obteniendo así un Grado de intermediación de “1”.

Si observamos detenidamente la Figura 32, encontraremos que el actor con mayor Grado de intermediación (E), es también el actor con el mayor Grado de centralidad con un grado de entrada de 3; así, podemos afirmar que el actor E es el nodo central de este ejemplo.

Volviendo a nuestro primer ejemplo: “Red de Amistad” realizaremos el análisis de intermediación, con la ayuda de Ucinet a partir del siguiente procedimiento:

1. En la barra de menús seguimos la ruta Network>Centrality>Betweenness>Node (Figura 33)
2. En la ventana que aparece seleccionamos el nombre del archivo “Red de Amistad” y presionamos “abrir”.
3. Presionamos “Ok” e inmediatamente se abrirá una nueva ventana con los indicadores deseados (Figura 34).

4. Estos indicadores podemos copiarlos “Edit>Copy” y/o guardarlos “File>Save As”

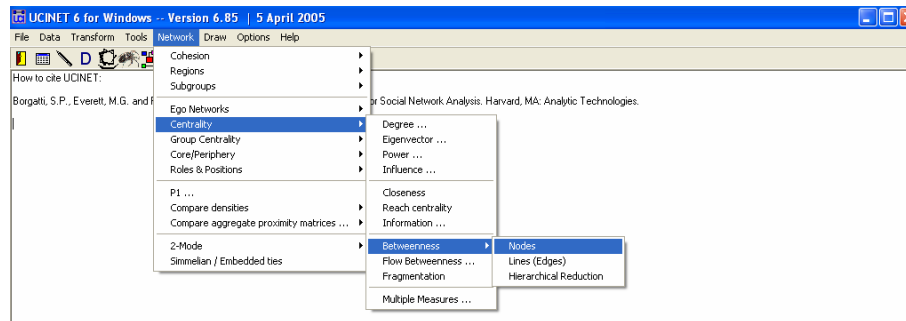


Figura 33. Procedimiento para generar el Grado de intermediación

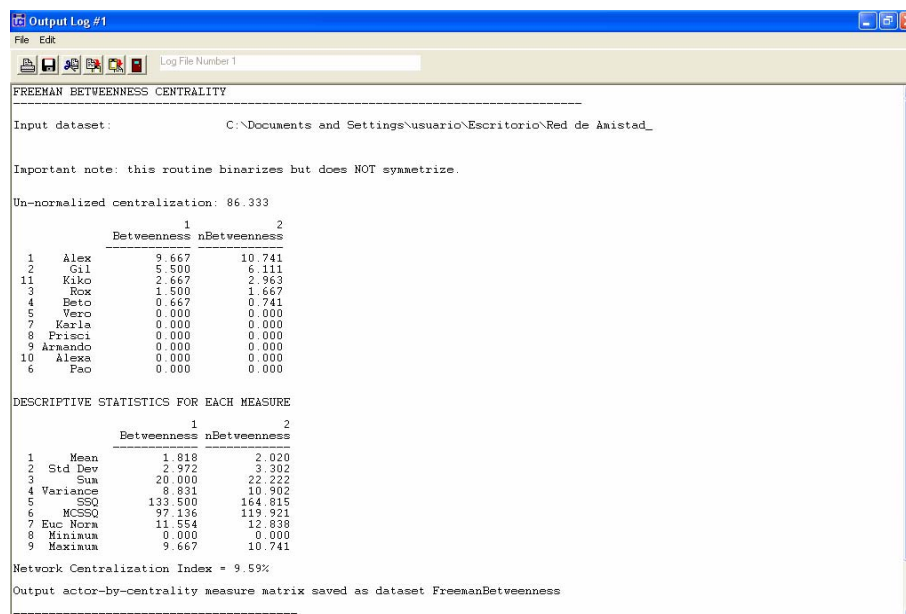


Figura 34. Resultados del análisis del Grado de intermediación

Podemos observar en nuestro primer ejemplo, que los resultados de intermediación nos arrojan a Alex como el actor de mayor intermediación con 9.667, Gil con una intermediación de 5.500 y Kiko, Rox y Beto con grados menores, también podemos observar que los demás actores tienen una intermediación de “0”, esto se debe a que como en el ejemplo anterior, no hay una dependencia de los demás actores para llegar a los otros nodos.

Como podemos observar en el Cuadro 7, existen dos tipos de Grado de intermediación; hasta ahora, hemos visto el Grado de intermediación con números totales (1 Betweenness); es decir el número de pares de nodos que un actor es capaz de conectar. La segunda columna de los resultados nos muestra el Grado de intermediación **normalizado**¹¹ (2 nBetweenness), este indicador nos muestra el Grado de intermediación expresado en porcentajes; así, tenemos que el Grado de intermediación normalizado de Alex es de 10.74 %, mientras que Gil y Kiko tienen un grado normalizado de 6.1 % y 2.96% respectivamente.

¹¹ Expresión porcentual del grado.

Cuadro 7. Grado de intermediación de los nodos

Un-normalized centralization: 86.333

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
1	Alex	9.667	10.741
2	Gil	5.500	6.111
11	Kiko	2.667	2.963
3	Rox	1.500	1.667
4	Beto	0.667	0.741
5	Vero	0.000	0.000
7	Karla	0.000	0.000
8	Prisci	0.000	0.000
9	Armando	0.000	0.000
10	Alexa	0.000	0.000
6	Pao	0.000	0.000

Nuevamente, Ucinet nos muestra las Estadísticas Descriptivas del Grado de intermediación (Cuadro 8), estos indicadores generales se interpretarán de la misma manera en que interpretamos los indicadores de centralidad, pero siempre teniendo en mente, que estos valores son de intermediación.

Cuadro 8. Estadísticas descriptivas generales del Grado de intermediación

DESCRIPTIVE STATISTICS FOR EACH MEASURE

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
1	Mean	1.818	2.020
2	Std Dev	2.972	3.302
3	Sum	20.000	22.222
4	Variance	8.831	10.902
5	SSQ	133.500	164.815
6	MCSSQ	97.136	119.921
7	Euc Norm	11.554	12.838
8	Minimum	0.000	0.000
9	Maximum	9.667	10.741

Network Centralization Index = 9.59%

Quizás el lector, se este preguntando: ¿Por qué la mayoría de los actores tienen Grado de intermediación con fracciones como son 9.667, 5.500, 2.667, etc.? Para poder dar respuesta a esta pregunta presentamos el ejemplo de la Figura 35 en donde, como se puede observar, tanto el nodo B como el C y el E están funcionando como intermediarios para que el nodo A y D se puedan conectar. Ahora, si contamos los **camino geodésicos** que hay entre A y D son 3 los posibles (A-B-D, A-C-D y, A-E-D) y en cada uno de ellos está involucrado un nodo específico; por lo tanto, si dividimos las veces en las que participa cada nodo en los caminos geodésicos entre el total de los **camino geodésicos** posibles, tendríamos: $1/3 = 0.333$; siendo este valor el Grado de intermediación de los nodos B, C y, E.

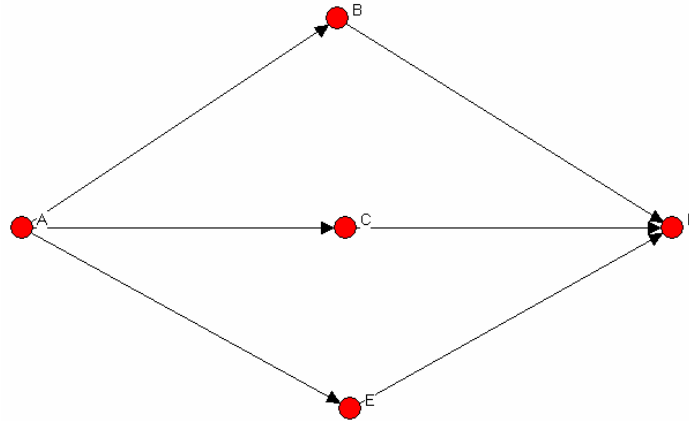


Figura 35. Ejemplo de una Red de 5 nodos con 6 vínculos

Para una Red más compleja y para que el lector comprenda de una manera más adecuada cuando el Grado de intermediación está formado por fracciones, se presenta el ejemplo de la Figura 36; en donde el Grado de intermediación de cada nodo se presenta en el Cuadro 9.

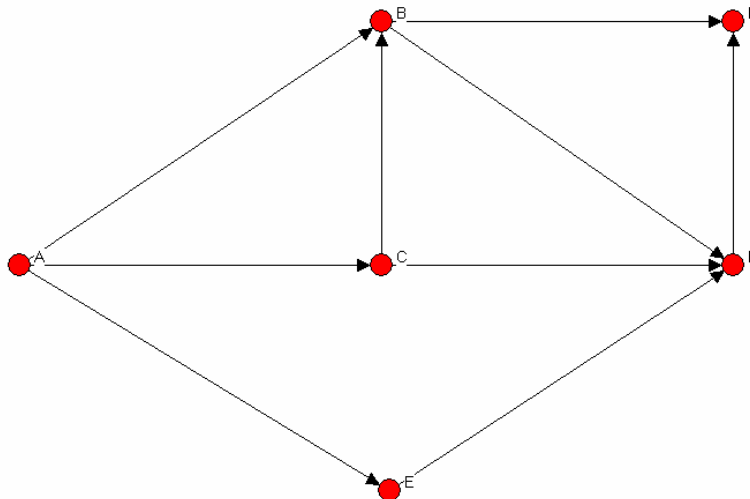


Figura 36. Ejemplo de una Red de 6 nodos con 9 vínculos

Cuadro 9. Grado de intermediación de los nodos de la Figura 36

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
2	B	1.833	9.167
4	D	1.500	7.500
3	C	0.333	1.667
5	E	0.333	1.667
1	A	0.000	0.000
6	F	0.000	0.000

En este caso, para calcular el Grado de intermediación del nodo B observamos que existen 3 **camino geodésicos** entre los nodos A y D, el nodo B participa en uno de ellos

por tanto: $1/3 = 0.333$; entre el nodo A y F sólo hay un camino y B participa en él ($1/1 = 1$) y por último, entre los nodos C y F hay dos **caminos geodésicos** y B participa en uno de ellos así: ($1/2 = 0.5$) sumando $0.333 + 1 + 0.5$ tenemos el 1.833 el cual es el Grado de intermediación del nodo B. Los mismos cálculos se hacen para los demás nodos y el lector puede hacerlo para corroborar que sí son los valores que muestra Ucinet.

Ya que hemos calculado y comprendido el Grado de intermediación, sólo nos resta calcular otro indicador que es muy interesante y de gran ayuda en el análisis e interpretación de una Red, este indicador es el Grado de cercanía.

Grado de cercanía (Closeness)

El Grado de cercanía es la capacidad de un nodo de llegar a todos los actores de una Red, este se calcula al contar todas las distancias geodésicas de un actor para llegar a los demás, cabe destacar que este método sólo podemos utilizarlo en **matrices simétricas**¹² en el Cuadro 10, se muestra la forma más sencilla de calcular este indicador, como ejemplo tendremos una Red de 11 actores y las distancias geodésicas de cada uno de ellos.

Cuadro 10. Cálculo de cercanía de una Red simetrizada

	Jaime Mendoza	Emiliano Aguilar	Rafael Amezcua	Alberto Madrigal	Silverio Vázquez	Honorio Virrueta	Agustín Gaona	Sergio Ochoa	Agustín Esteves	Enrique Morelos	José Bejar	Lejanía	Cercanía
Jaime Mendoza		3	2	1	1	2	2	2	2	1	3	19	52.6
Emiliano Aguilar	3		2	4	4	3	2	2	1	2	1	24	41.7
Rafael Amezcua	2	2		2	3	1	1	2	1	1	1	16	62.5
Alberto Madrigal	1	4	2		2	1	2	3	3	2	3	23	43.5
Silverio Vázquez	1	4	3	2		3	3	3	3	2	4	28	35.7
Honorio Virrueta	2	3	1	1	3		1	3	2	2	2	20	50.0
Agustín Gaona	2	2	1	2	3	1		2	1	1	1	16	62.5
Sergio Ochoa	2	2	2	3	3	3	2		2	1	1	21	47.6
Agustín Esteves	2	1	1	3	3	2	1	2		1	1	17	58.8
Enrique Morelos	1	2	1	2	2	2	1	1	1		2	15	66.7
José Bejar	3	1	1	3	4	2	1	1	1	2		19	52.6

¹² Matriz donde las relaciones entre los nodos se dan de manera bidireccional.

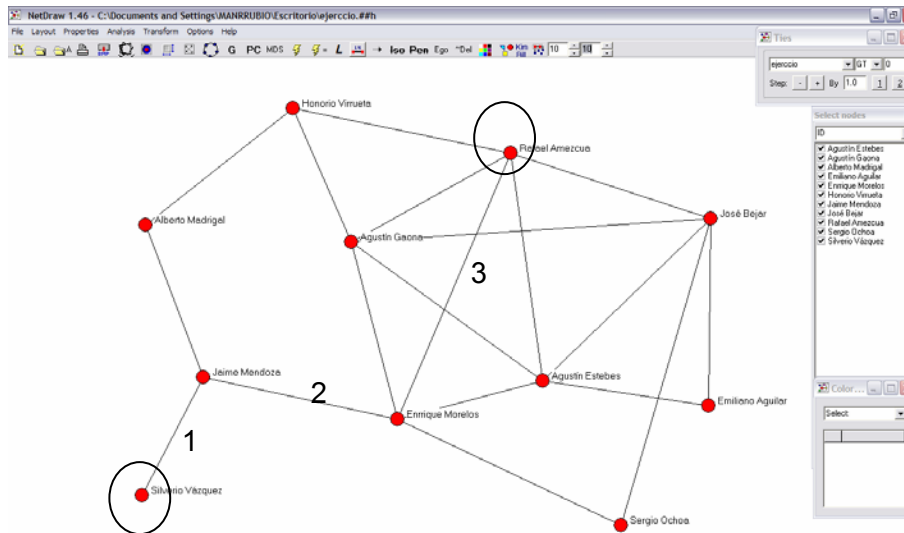


Figura 37. Gráfico de una Red simetrizada, Grado de cercanía

Podemos observar que cada actor posee un valor para cada uno de sus compañeros, este valor es la **distancia geodésica** para llegar a los demás actores, la suma de estas distancias tiene el nombre de lejanía; por ejemplo, si queremos conocer la lejanía de Silverio Vázquez con respecto a Rafael Amescua, sólo tenemos que contar los caminos que los separan, en este caso su distancia geodésica es de “3” (Figura 37). La cercanía es el inverso de la lejanía y se calcula al dividir el valor de “1” entre la suma de los geodésicos (lejanía), todo esto multiplicado por mil, de esta manera la cercanía de Jaime Mendoza se calcula de la siguiente manera: $(1/19) \cdot 1000 = 52.6$, y así sucesivamente.

Cabe mencionar que valores altos de cercanía indican una mejor capacidad de los nodos para conectarse con los demás actores de la Red, así podemos observar que Enrique Morelos es quien posee el más alto Grado de cercanía. (66.7).

Por el contrario, encontramos que Silverio Vázquez es quien tiene el Grado de cercanía más bajo al sólo obtener 35.7, esto nos indica que este actor no se encuentra bien posicionado dentro de su Red.

Ahora, volviendo a nuestro ejemplo de “Red de Amistad”, calcularemos su Grado de cercanía a través de Ucinet con los siguientes pasos:

1. En la barra de menús seguimos la ruta Network>Centrality>Closeness (Figura 38)
2. En la ventana que aparece abriremos seleccionamos el archivo de nombre “Red de Amistad” y presionamos “abrir”.
3. Presionamos “Ok” e inmediatamente se abrirá una nueva ventana con los indicadores deseados (Figura 39).
4. Estos indicadores podemos copiarlos “Edit>Copy” y/o guardarlos “File>Save As”

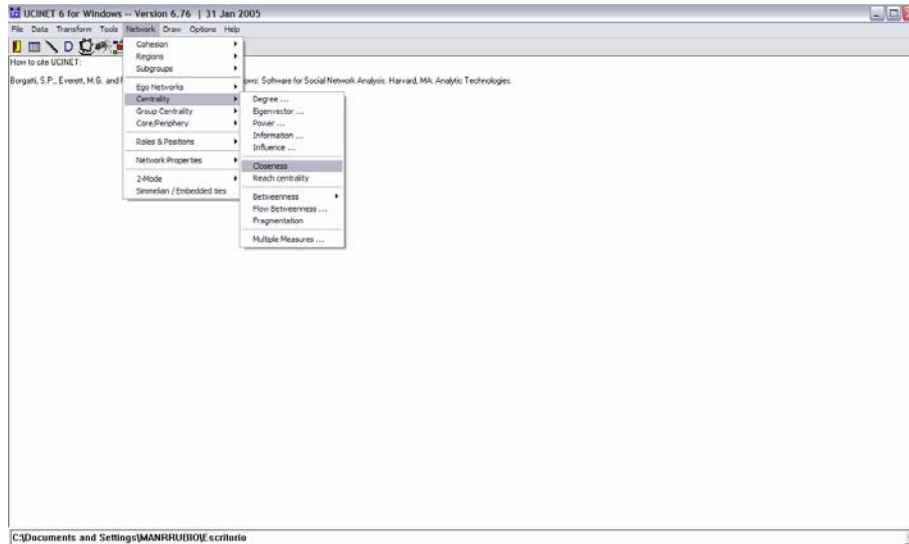


Figura 38. Procedimiento para obtener el Grado de cercanía

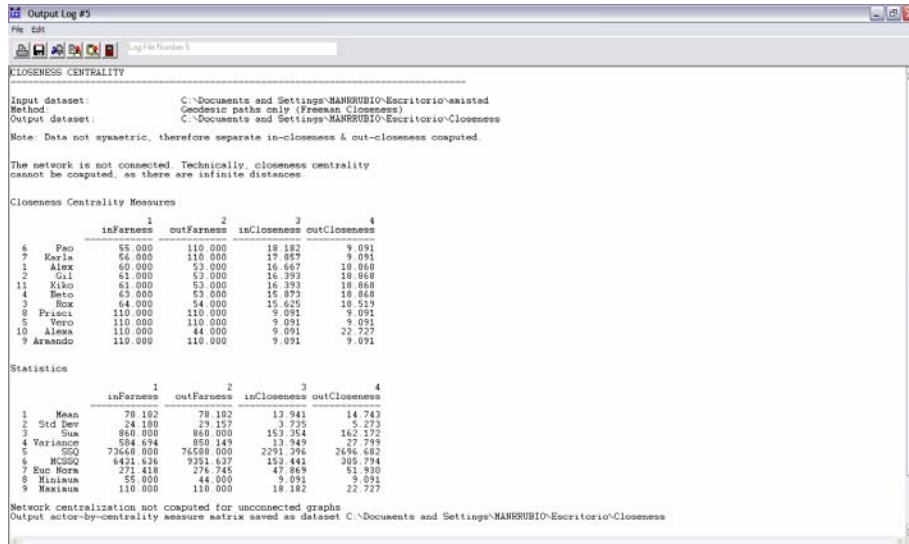


Figura 39. Resultados del Grado de cercanía de la Red de Amistad por nodo

Los resultados obtenidos en la Figura 39 nos muestran dos tipos de cercanía (inCloseness y outCloseness) estas se refieren al Grado de cercanía de entrada y de salida; nosotros tomaremos el Grado de entrada como referencia principal, así, tenemos que Alex es quien posee el mayor Grado de cercanía con un valor 18.182, los nodos sueltos (Prisci, Vero, Armando) así como Alexa poseen el Grado de cercanía más bajo al reportar todos ellos un grado de 9.091 (Cuadro 11)

Cuadro 11. Resultados del Grado de cercanía de la Red de Amistad por nodo.

		Closeness Centrality Measures			
		1 inFarness	2 outFarness	3 inCloseness	4 outCloseness
6	Pao	55.000	110.000	18.182	9.091
7	Karla	56.000	110.000	17.857	9.091
1	Alex	60.000	53.000	16.667	18.868
2	Gil	61.000	53.000	16.393	18.868
11	Kiko	61.000	53.000	16.393	18.868
4	Beto	63.000	53.000	15.873	18.868
3	Rox	64.000	54.000	15.625	18.519
8	Prisci	110.000	110.000	9.091	9.091
5	Vero	110.000	110.000	9.091	9.091
10	Alexa	110.000	44.000	9.091	22.727
9	Armando	110.000	110.000	9.091	9.091

Cuadro 12. Estadísticas descriptivas generales del Grado de cercanía

		1	2	3	4
		inFarness	outFarness	inCloseness	outCloseness
1	Mean	78.182	78.182	13.941	14.743
2	Std Dev	24.180	29.157	3.735	5.273
3	Sum	860.000	860.000	153.354	162.172
4	Variance	584.694	850.149	13.949	27.799
5	SSQ	73668.000	76588.000	2291.396	2696.682
6	MCSSQ	6431.636	9351.637	153.441	305.794
7	Euc Norm	271.418	276.745	47.869	51.930
8	Minimum	55.000	44.000	9.091	9.091
9	Maximum	110.000	110.000	18.182	22.727

En este indicador también Ucinet nos muestra las Estadísticas Descriptivas del Grado de cercanía (Cuadro 12), estos indicadores generales se interpretarán de la misma manera en que interpretamos los indicadores de centralidad y de intermediación, pero siempre tomando en cuenta, que estos valores son de cercanía.

Generación de Redes y Atributos múltiples

Generación de Redes múltiples

Existen ocasiones en las cuales se requiere analizar diferentes redes puesto que el análisis lo requiere así o simplemente, para comparar el comportamiento que tiene cada una de ellas. Por ejemplo, hay veces en las que un grupo de personas entablan relaciones de diferente índole como son: redes de gestión, redes de comercialización, redes sociales, redes de innovación tecnológica, etc., es en estos casos en donde por lo general se comparan las diferentes redes.

Lo primero que se pensaría para poder hacer este análisis, sería generar un archivo por cada Red como ya lo hemos visto y a cada una asignarle atributos diferentes con la consiguiente generación de más archivos.

Para poder hacer esto de una manera más sencilla, Ucinet nos permite insertar “hojas de captura” nuevas. Este procedimiento se hace de la siguiente manera:

1. Una vez que estamos en la “hoja de captura (spreadsheet)”, abrimos el archivo que ya habíamos generado anteriormente (Red de amistad).
2. Posteriormente, seguimos esta ruta: Edit>Insert sheet (Figura 40).
3. Inmediatamente, el programa nos pedirá un nombre para la hoja, en este caso introduciremos el nombre de “Red 2” (Figura 41).
4. Para poder diferenciar una Red de la otra, cambiaremos el nombre de la primera “hoja de captura”, lo que hay que hacer en primer lugar es posicionarnos en dicha hoja, posteriormente seguir esta ruta: Edit>Rename sheet (Figura 42).
5. Al abrirse la ventana en donde se nos pide el nuevo nombre de la “hoja de captura” asignamos el de “Red 1” (Figura 43).

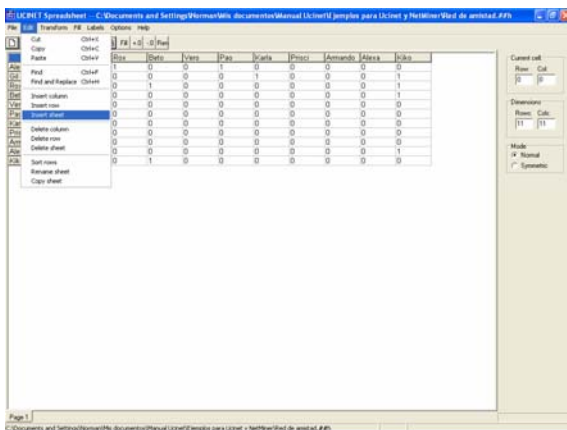


Figura 40. Procedimiento para insertar una nueva “hoja de captura”

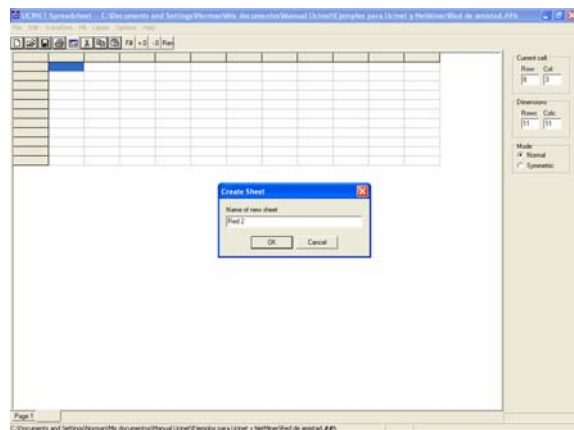


Figura 41. Asignación del nombre a la nueva “hoja de captura”

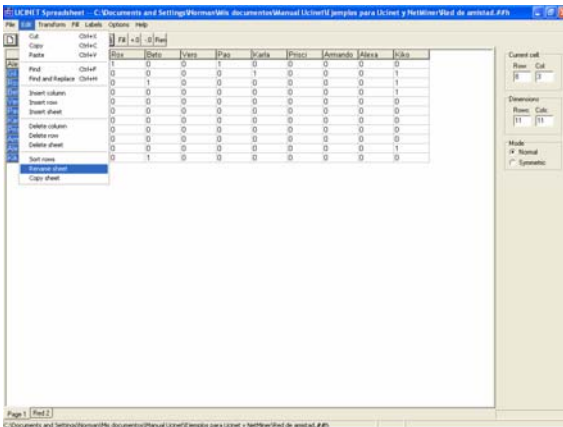


Figura 42. Procedimiento para cambiar el nombre a una “hoja de captura”

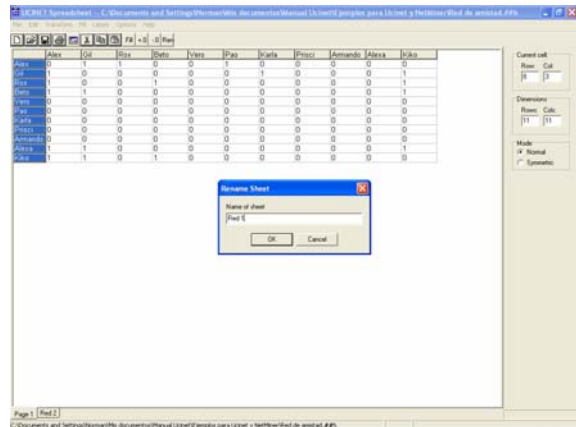


Figura 43. Asignación del nuevo nombre a la “hoja de captura”

Ahora, para poder generar otra Red la cual podamos introducir en la nueva “hoja de captura” y siguiendo el mismo ejemplo de la “Red de amistad” vamos a suponer que después de haber pasado un tiempo, se les vuelve a preguntar a las mismas personas ¿con quién tiene relaciones de amistad? Quizás algunos se mantengan con sus mismas relaciones, otros pueden tener nuevas amistades, o quizás algunos hayan roto sus relaciones que anteriormente tenían; de esta manera, en el Cuadro 13 se presentan los resultados de las nuevas relaciones de amistad que los actores dijeron tener entre ellos.

Cuadro 13. Resultados de las nuevas relaciones de amistad entre los actores

Nombre	Tiene amistad con
Alex	Gil, Rox, Pao y Armando
Gil	Alex, Karla y Kiko
Rox	Beto, Kiko, Pao y Vero
Beto	Alex, Gil y Kiko
Vero	Armando y Kiko
Pao	Karla y Kiko
Karla	Vero, Armando y Rox
Prisci	Alex y Kiko
Armando	No tiene
Alexa	Alex, Kiko y Beto
Kiko	Gil, Beto y Armando

Por lo tanto, al introducir estos resultados en la “hoja de captura”, siguiendo el mismo procedimiento visto anteriormente, tendríamos nuestra **matriz** como la presentada en la (Figura 44), posteriormente sólo rellenamos con ceros (presionando el icono “Fill”) y guardamos las modificaciones con cualquier de los siguientes métodos:

1. Simplemente presionamos Ctrl. + S.
2. Presionamos el tercer icono, de izquierda a derecha.
3. O seguimos esta ruta: File>Save

	Alex	Gil	Rox	Beto	Vero	Pao	Karla	Prisci	Armando	Alexa	Kiko
Alex											
Gil	1										
Rox											
Beto	1	1									
Vero											
Pao											
Karla			1		1						
Prisci	1										
Armando											
Alexa	1			1							
Kiko		1							1		

Figura 44. Llenado de la nueva matriz

En este caso ya no es necesario volver a generar un nuevo archivo pues ya lo teníamos (Red de amistad), posteriormente cerramos la ventana y podemos empezar a graficar la nueva Red, pero primero veamos cómo introducir múltiples atributos para que de esta manera podamos hacer gráficos más interesantes.

Generación de Atributos múltiples

Para poder hacer esto, el procedimiento a seguir es:

1. Primero abrimos el archivo en el cual ya habíamos introducido el atributo de “sexo” (Red de amistad (sexo)); podríamos crear uno nuevo cuando aún no se tenga ningún archivo generado con anterioridad, en nuestro caso utilizaremos el mismo.
2. Una vez abierto el archivo, en la casilla de “cols” agregamos una columna más por cada atributo que vayamos a agregar, en este caso ponemos el número dos porque sólo vamos a introducir un nuevo atributo (pero se pueden agregar muchos más). Automáticamente vemos que aparece una columna vacía junto a la que ya teníamos (Figura 45).
3. Con la información del Cuadro 14 hacemos grupos de edades de la siguiente manera: el grupo 1 comprende las edades de 20 a 24 años, el grupo 2 de 25 a 29 años y, el grupo 3 mayores a 30 años. De esta manera, asignamos el atributo edad a cada uno de los actores (Figura 46).
4. Guardamos las modificaciones siguiendo el procedimiento ya visto y listo.

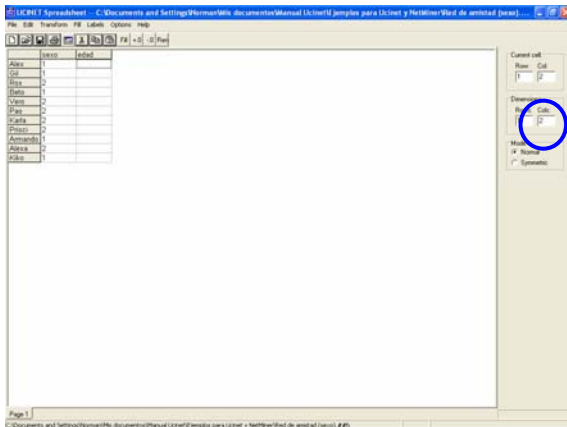


Figura 45. Procedimiento para agregar una nueva columna para atributos

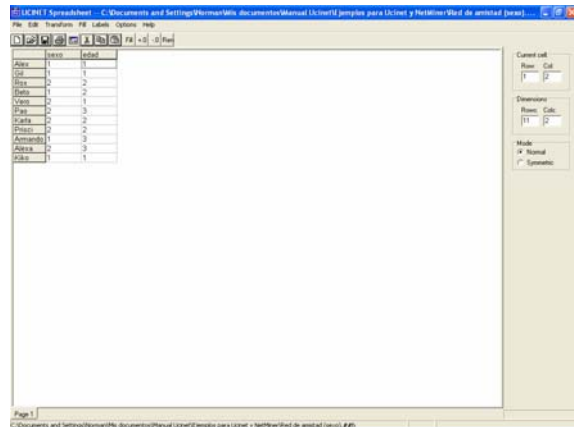


Figura 46. Asignación del atributo “edad” a cada actor

Cuadro 14. Edades de los actores

Nombre	Edad
Alex	23
Gil	22
Rox	26
Beto	28
Vero	20
Pao	30
Karla	28
Prisci	25
Armando	30
Alexa	32
Kiko	21

Ya que tenemos tanto el archivo con las redes y otro con el de atributos, podemos pasar a la generación de los gráficos y posteriormente al análisis de las redes con los indicadores.

Generación de gráficos con Redes y Atributos múltiples

Para poder hacer este tipo de gráficos, primero tenemos que abrir NetDraw 1.48 como ya lo hemos visto, posteriormente abrimos el archivo “Red de amistad” y automáticamente el programa nos presentará un gráfico que nos resultará familiar porque ya lo hemos visto, para poder tener otra vista del gráfico presionamos el décimo icono contando de izquierda a derecha (Figura 47), también se pueden utilizar los siguientes cinco iconos para visualizar de diferentes formas el gráfico, la elección de uno o de otro dependerá del lector. En nuestro caso seleccionaremos la “disposición en círculo”.

Inmediatamente la forma del gráfico cambia, la presentación ahora es diferente (Figura 48), con esta forma del gráfico se nos facilitará más la observación del mismo para lo que a continuación se va a hacer.

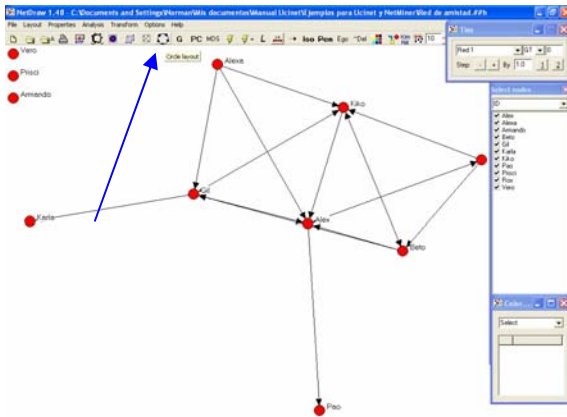


Figura 47. Icono para generar diferentes vistas del gráfico

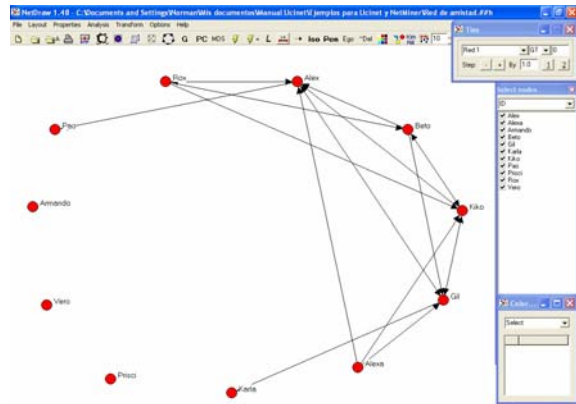


Figura 48. Nueva visualización del gráfico

Como podemos observar en la Figura 49 existen diferentes ventanas flotantes junto del gráfico, por el momento la que más interesa es la que cuyo encabezado es “Ties (relaciones)”, para poder visualizar la otra Red que habíamos creado, tenemos que bajar la “pestaña” en donde inicialmente dice “Red 1” (Figura 49) y después seleccionamos “Red 2”.

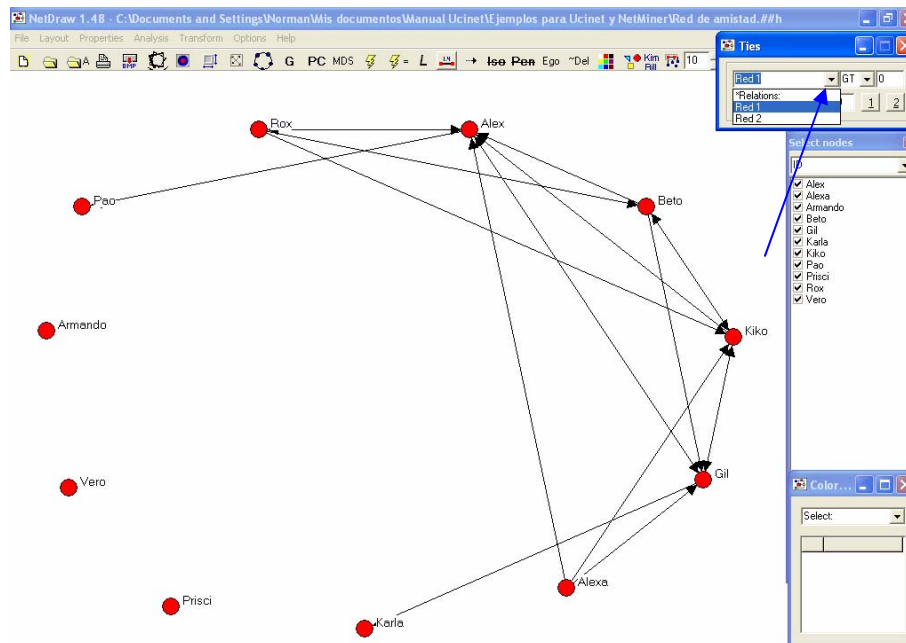


Figura 49. Selección de la nueva Red para la generación del gráfico

Inmediatamente, el gráfico cambia; los vínculos y los flujos ahora son diferentes y todos los nodos están conectados (Figura 50); es decir, ya no hay nodos sueltos como en la “Red 1”, también podemos observar que en la “pestaña” aparece ahora el nombre de “Red 2” por lo tanto si queremos regresar a la “Red 1” sólo tenemos que seleccionarla siguiendo el mismo procedimiento.

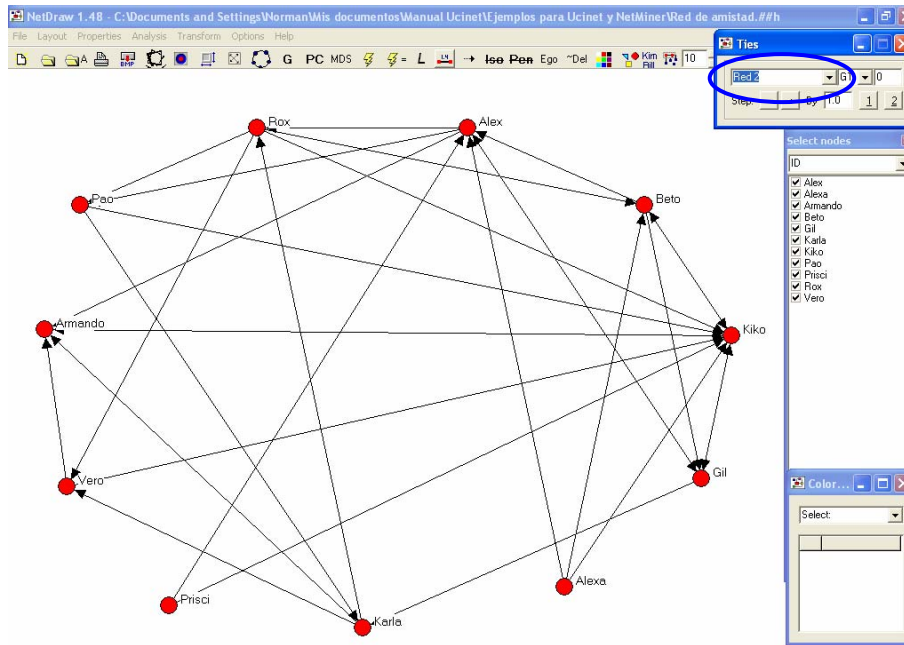


Figura 50. Gráfico nuevo, Red 2

Para poder visualizar el gráfico de la Red con los Atributos creados, seguimos el procedimiento que ya habíamos visto y; de la misma manera, podemos diferenciarlos por color y por la forma de la figura (Figura 51).

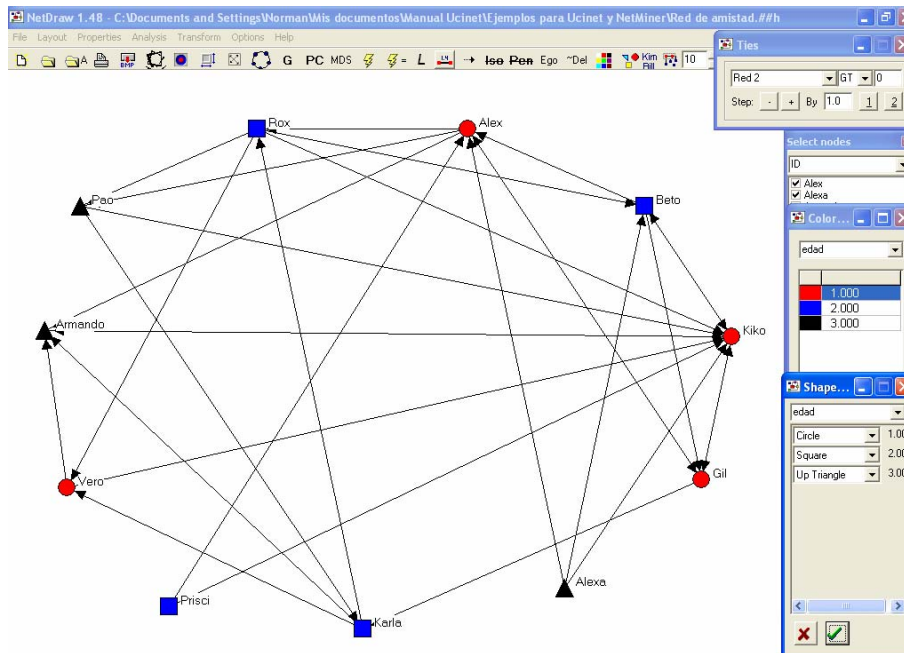


Figura 51. Diferenciación de los nodos por color y forma de la figura con el uso de Atributos

La ventaja de tener múltiples Atributos es que podemos diferenciar a los actores o grupos de actores utilizando un color para un Atributo y la forma de la figura para otro Atributo (Figura 52).

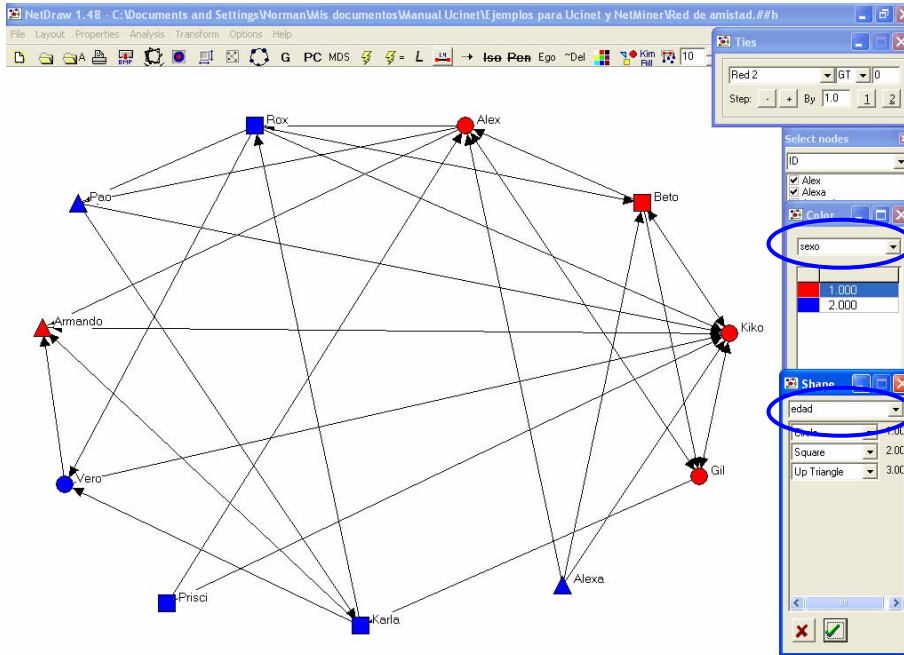


Figura 52. Diferenciación de los nodos utilizando dos atributos

Indicadores de Redes múltiples

Para poder obtener los indicadores de cada una de las Redes, procedemos de la misma manera antes vista, la única diferencia es la forma en la que se presentan los resultados.

De esta manera, tenemos que para el Grado de centralidad (Network>Centrality>Degree) la forma en que se presentan los resultados es como la Figura 53, en donde podemos observar que el programa primero muestra los resultados de la “Red 1” y posteriormente la de la “Red 2”; cada una con sus “Estadísticos descriptivos”, mismos que se interpretan de la misma manera como ya hemos visto. También podemos observar el Grado de centralización del cada una de las Redes.

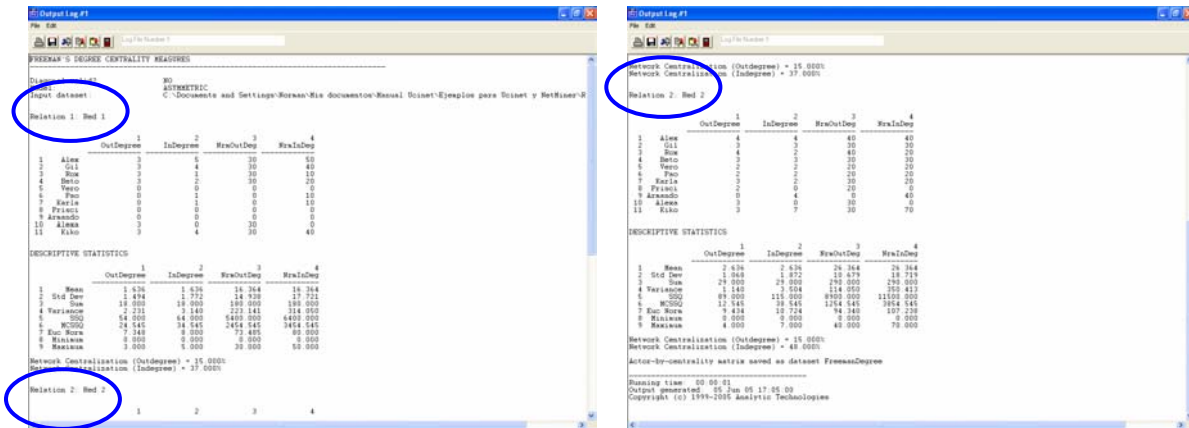


Figura 53. Grado de centralidad para Redes múltiples

Desafortunadamente para el Grado de intermediación y el de Cercanía, no se puede visualizar de la misma manera que el Grado de centralidad, ya que el programa sólo muestra la primer “hoja de captura” del archivo; es decir, en este caso, sólo presenta los resultados de la “Red 1”. Por lo que si se desean obtener estos indicadores, forzosamente se tendrían que separa las Redes en archivos diferentes. Para ejemplificar esto, se presenta la Figura 54 en donde podemos observar una leyenda que especifica lo que ya hemos dicho.

```

Output Log #4
File Edit
Log File Number 4

FREEMAN BETWEENNESS CENTRALITY
-----
Input dataset: C:\Documents and Settings\Norman\Mis documentos\Manual Ucinet\Ejemplos para Ucinet y NetMiner\R
WARNING: At present, this procedure only reads the first matrix in a dataset.
Important note: this routine binarizes but does NOT symmetrize.

Un-normalized centralization: 86.333

          1          2
    Betweenness nBetweenness
-----
1 Alex          9.667         10.741
2 Gil           5.500          6.111
11 Kiko         2.667          2.963
3 Rox           1.500          1.667
4 Beto          0.667          0.741
5 Vero          0.000          0.000
7 Karla         0.000          0.000
8 Prisci        0.000          0.000
9 Armando       0.000          0.000
10 Alexa        0.000          0.000
6 Pac           0.000          0.000

DESCRIPTIVE STATISTICS FOR EACH MEASURE
          1          2
    Betweenness nBetweenness
-----
1 Mean          1.818          2.020
2 Std Dev       2.972          3.302
3 Sum           20.000         22.222
4 Variance      8.831          10.902
5 SSQ           133.500         164.815
6 MCSSQ         97.136          119.921
7 Euc Norm      11.554          12.838
8 Minimum       0.000          0.000
9 Maximum       9.667          10.741

Network Centralization Index = 9.59%

Output actor-by-centrality measure matrix saved as dataset FreemanBetweenness

Running time: 00:00:01

```

Figura 54. Grado de intermediación para Redes múltiples

Ya que hemos comprendido la creación de una matriz, la realización de un gráfico, la captura y comprensión de los atributos de cada nodo para facilitar la interpretación de la Red y la generación de indicadores, ya sea para una sola Red con uno o varios atributos o incluso para manejar múltiples Redes, estamos preparados para hacer un Análisis de Redes Sociales con un mayor número de nodos manejando diversos atributos e indicadores que nos lleven a la comprensión de cualquier grupo social

Glosario de términos y conceptos

Red	Grupo de individuos que, en forma agrupada o individual, se relacionan con otros con un fin específico. Las redes pueden tener muchos o pocos actores y una o más clases de relaciones entre pares de actores.
Grafo	Nombre técnico del gráfico de una Red.
Nodos o actores	Los nodos o actores son las personas o grupos de personas que se encuentran en torno a un objetivo común. Usualmente los nodos o actores se representan por círculos.
Tamaño de la Red	La suma de todos los nodos o actores representa el tamaño de la Red.
Vínculo	Los vínculos son los lazos que existen entre dos o más nodos. Los vínculos o relaciones se representan con líneas.
Flujo	El flujo indica la dirección del vínculo. Los flujos se representan por una flecha que indica el sentido del flujo.
Flujos mutuos o bidireccionales	Son los flujos que contienen flechas en ambos sentidos.
Flujos dirigidos o unidireccionales	Flujo cuya dirección sólo contiene un sentido.
Nodo suelto	Nodo o actor que no tiene ningún tipo de flujo, lo que a su vez implica ausencia de vínculos.
Matriz	Conjunto rectangular de elementos dispuestos en líneas horizontales (filas) y verticales (columnas).
Matriz cuadrada	Matriz que contiene el mismo número de filas y de columnas
Matriz simétrica	Matriz donde las relaciones entre los nodos se dan de manera bidireccional.
Matriz idéntica	Matriz que contiene el mismo nombre y número de actores tanto en filas como en columnas

Ucinet	Programa comprensivo para el análisis de redes sociales y otros atributos. El programa contiene docenas de rutinas analíticas para redes. Permite el análisis general y multivariado, contiene herramientas para crear escalas multidimensionales, análisis de correspondencia, análisis de factores, análisis de grupos y regresión múltiple. Además, UCINET provee una plataforma para el manejo de datos y herramientas de transformación para realizar procedimientos de teoremas gráficos con un lenguaje algebraico interpuesto por matrices.
NetDraw	Programa utilizado para graficar redes sociales. Usa diferentes tipos de algoritmos para generar gráficos en segunda y tercera dimensión. Netdraw es capaz de leer archivos generados por Ucinet. Los gráficos que genera pueden ser guardados en diversos formatos (BMP, WMF, JPG).
Atributos	Características de los nodos, las cuales permiten identificar a cada actor o grupo de actores dentro de una Red, ejemplo: edad, sexo, carrera profesional, etcétera.
Caminos geodésicos	Distancia (# de vínculos) entre un nodo y otro.

Bibliografía consultada

HANNEMAN, R. A. 2001. Introducción a los Métodos de Análisis de Redes Sociales. Departamento de Sociología de la Universidad de California, Riverside, USA. 150 p.

EVERETT, M. G. and BORGATTI, S. 2005. Ego-Network Betweenness. Social Networks.

MOLINA, J. L. Taller Introductorio al Análisis de Redes Sociales, Prácticas con Netminer y Pajek.

MUÑOZ R., M.; RENDON M., R.; AGUILAR A., J.; GARCIA M., J. G.; ALTAMIRANO C.; J. R. 2004. Redes de Innovación, un Acercamiento a su Identificación, Análisis y Gestión para el Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo, Fundación PRODUCE Michoacán. Michoacán, México. 134 p.