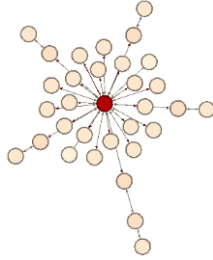


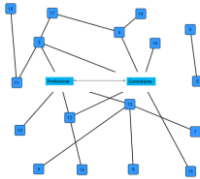
Redes Sociales

Parte II
Formalización y
conceptos básicos



1

(continuación) Volviendo sobre el intercambio



2

(continuación) Escena base: intercambio bilateral y oportunismo

- Agentes: i (proveedor) y j (cliente)
- Costo del servicio para i : C ; Precio pactado: X ; Valoración para j : V
- Timing: i decide proveer o no; j decide pagar o no tras recibir el servicio
- Pagos sin enforcement:
 - - i no provee: $(0,0)$
 - - i provee y j paga: $(X-C, V-X)$
 - - i provee y j no paga: $(-C, V)$
- Equilibrio sin enforcement: no hay intercambio (oportunismo)

3

(continuación) Enforcement por contrato
(tercero: Estado)

- Introduce sanción Y si j incumple tras recibir servicio
- Condición de disuasión: $Y \geq X$
- Si $X \geq C$ y $V \geq X \rightarrow$ intercambio se implementa
- Mercado resuelve el problema mediante contratos exigibles

4

(continuación) Enforcement comunitario
(capital social)

- Sanción Y_s generada endógenamente por la red social
- Si j incumple a i , la información circula y terceros sancionan
- Condición: $Y_s(j | G, i) \geq X$
- Y_s depende de: alcance de la información, coordinación social, magnitud de la sanción
- Necesidad de medir cómo la red facilita o limita la transmisión y la sanción

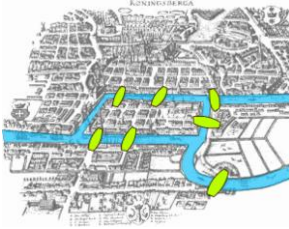
5

(continuación) Puente hacia teoría de redes

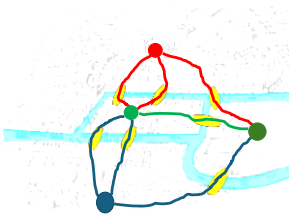
- Pregunta clave: ¿De qué depende $Y_s(j | G, i) \geq X$?
 - Depende del número de conexiones de j y de i .
 - Depende de la cercanía/distancia entre ellos
 - Depende de la estructura de la red alrededor de ellos
- Necesitamos una manera formal de medir alcance, posición y difusión
 - Esto nos lleva a: nodos, enlaces, matrices de adyacencia y métricas de redes

6

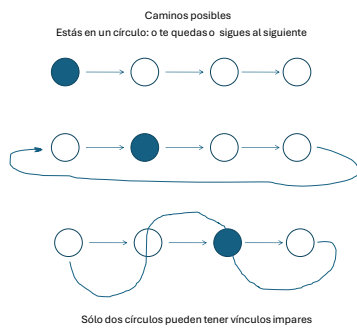
Redes y Matemáticas



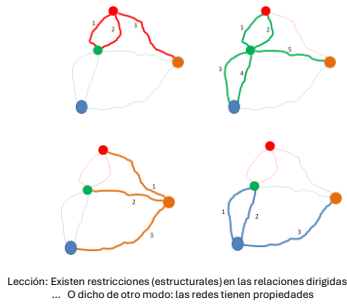
7



8



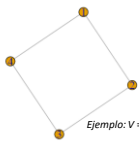
9



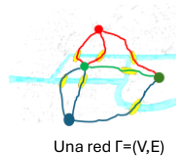
10

Introducción a la Teoría de Redes

- Definición de Redes: nodos y enlaces



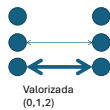
Ejemplo: $V = \{1, 2, 3, 4\}$ y $E = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 1)\}$



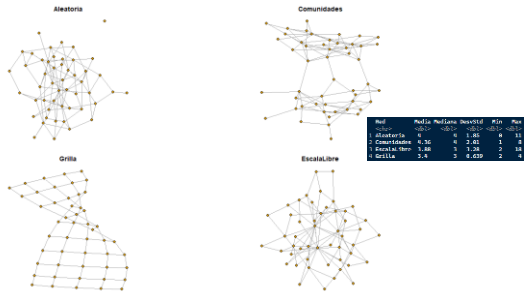
11

Elementos Básicos de una Red

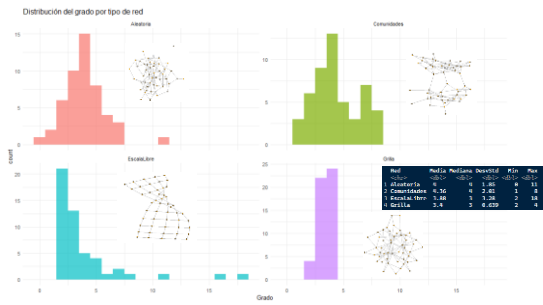
- Nodos $V = \{1, 2, 3, 4\}$
- Enlaces: dirigidos y no dirigidos
- Grado de un Nodo: concepto y ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \deg(v) = |\{e \in E : v \in e\}| \\ \text{número de aristas incidentes en } v \end{array} \right.$



12



13

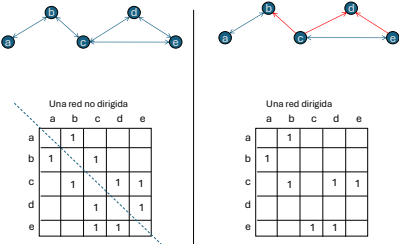


14



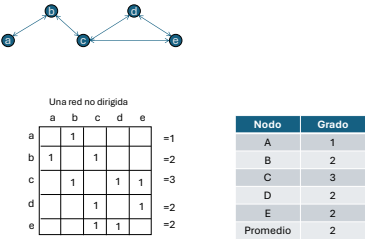
15

Matriz adyacente $A_{ij} = \{a_{ij}\}$



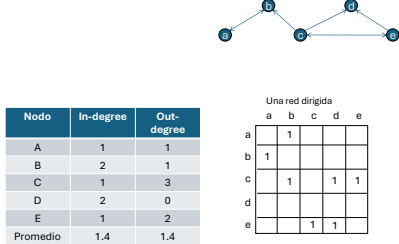
16

Matriz adyacente - grados



17

Matriz adyacente - grados



18

Links con distintos pesos



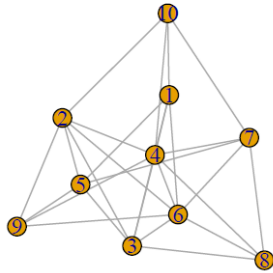
Una red dirigida

	a	b	c	d	e
a		0.1			
b	0.1		0.3	0.2	0.4
c					
d			0.3		
e		0.2			0.1

19

El teorema de la mano

En cualquier grafo no dirigido (o red no dirigida), la suma de los grados de todos los vértices es el doble del número de aristas.



20

$Y_{ij}(G, i) \geq X$ depende del número de conexiones de j y de i

GRADO

21

En red no dirigida

Grado medio: $\langle k \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i = \frac{2 * Links}{N}$

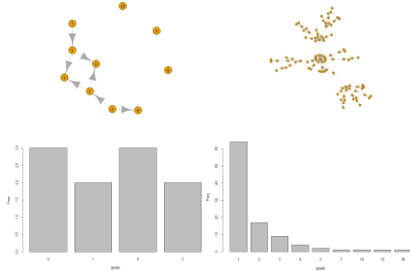
En red dirigida:

Grado: In-degree + Out-degree

$$\langle k^{in} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i^{in} = \langle k^{out} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i^{out} = \frac{Links}{N}$$

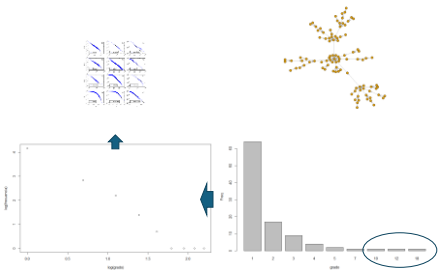
22

Ejemplos



23

Ejemplos



24

• Distribución de grado, p_k

$$p_k = \frac{1}{N} |\{i \in N : k^i = z\}|$$

Se lee, "un nodo / elegido aleatoriamente ($1/N$), tiene una probabilidad p_k de tener grado z "

$$\langle k \rangle \equiv \sum_1^{k_{\max}} p_k k$$

Ejemplos relevantes:

$p_k = \binom{n-1}{k} q^k (1-q)^{n-k-1}$	$k = 0, 1, 2, \dots$	Binomial
$p_k = (1-a)a^{k-1}$	$k = 1, 2, \dots$	Poisson
$p_k = Ak^{-\gamma}$	$\gamma > 1, \quad k = 1, 2, \dots$	Powerlaw

25

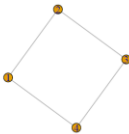
$Y_{ij}(t) \mid G, t \geq X$ depende de la cercanía/distancia entre ellos

DISTANCIA y CONEXIÓN

26

Caminos y Ciclos (Paths and cycles)
Un camino P en un grafo G es una secuencia de vértices v_1, v_2, \dots, v_k tal que $\{v_i, v_{i+1}\} \in E$ para todo $1 \leq i < k$. Un ciclo C es un camino donde el primer y último vértices son iguales, $v_1 = v_k$, y todos los demás vértices son distintos.

Caminos y ciclos



27

Conectividad (Connectivity)

La conectividad $\kappa(G)$ de un grafo G es el mínimo número de vértices cuya eliminación resulta en un grafo desconectado o trivial. Matemáticamente, $\kappa(G) = \min\{|S| : G - S \text{ es desconectado o trivial}\}$, donde $S \subseteq V$.



Se dice que X es alcanzable (reachability) por Y si existe un camino entre ambos, independiente de su magnitud.

Si cada nodo en G es alcanzable, entonces G es completo. Cuando no es así, la matriz adjunta puede ser reducida en *componentes* de G . Cada componente formado por un subgrafo máximo local.

28

Propiedades Globales de las Redes

- Diámetro y Caminos: camino más corto (geodésica), diámetro

$$N_{ij}^d = \sum_k A_{ik} A_{kj} = [A^d]_{ij}$$



A_{ij}

	a	b	c
a	0	1	0
b	1	0	1
c	0	1	0

A_{ij}^2

	a	b	c
a	1	0	1
b	0	2	0
c	1	0	1

Diámetro de una red = La geodésica más larga

29

Grado, Camino y Geodésica

- Nótese que 1 grado es un camino de distancia 1 entre i y j , siendo el camino más corto denominado geodésica entre i y j .
- Sea M la matriz adyacente de G :
 - M^1 = todos los caminos de tamaño 1 entre i, j
 - M^2 = todos los caminos de tamaño 2 entre i, j
 - M^3 = todos los caminos de tamaño 3 entre i, j
 - Etc...

30

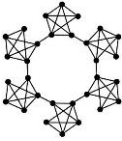
$Y_{ij} | G, i \geq X$ también depende de la estructura de la red alrededor de ellos.
Eso implica varias cosas, una de ellas es:

CLUSTERING

31

Cliques

- Son subgrafos de densidad 1




¿Hay cliques aquí?

32

Subgrafos: k – Cores

- Son subgrafos en donde todos los nodos tienen al menos grado k

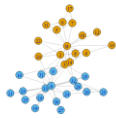


33

Subgrafos: Dyads & triads census

- Sirven para entender la conectividad de la red

```
> dyad_census(karate)
$mut
[1] 78
$asym
[1] 0
$null
[1] 483
```



Zachary's karate

34

Subgrafos: Dyads & triads census

- Sirven para entender la conectividad de la red

```
[1] 39/1 0 1575 0 0 0 0 0 0 393 0 0 0 0 45
```

R igraph manual pages

Use this if you are using igraph from R

Triad census, subgraphs with three vertices

Description

This function counts the different subgraphs of three vertices in a graph.

35

Transitividad o agrupamiento

Tríadas y Motifs

Transitividad (o coeficiente de agrupamiento global): Proporción de triángulos en el grafo.

$$T = \frac{3 \times \text{número de triángulos en el grafo}}{\text{número de tríadas conectadas}}$$

36

Clustering

Clustering local: C_i mide el nivel de densidad que rodea a un nodo (red no dirigida)

$$C_i = \frac{2 * \text{Links en vecindario de } i}{k(k-1)}, \forall k \geq 2$$

Clustering promedio: $\langle C \rangle$, mide el nivel de densidad promedio

$$\langle C \rangle = \frac{1}{N} \sum_i C_i$$

Clustering global: C

C = # triadas / # posibles triadas

	Aa	Bb	Cc	Dd
Aa	0	1	1	0
Bb	1	0	1	0
Cc	1	1	0	1
Dd	0	0	1	0

37

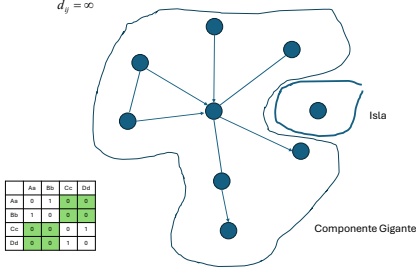
$Y_d(i | G, i) \propto X$ también depende de la estructura de la red alrededor de ellos.
Eso implica varias cosas, otra es:

COMPONENTES
Y
CONECTIVIDAD

38

Conectividad y componentes

$d_{ij} = \infty$



39

$Y_{ij} | G, i \geq X$ también depende de la estructura de la red alrededor de ellos.
Eso implica varias cosas, otra es:

Modos

40

Tipos de relaciones que identifica la red

- Usualmente es uno (unimodal)
 - Ej. Red de amigos
- Pero en ocasiones importa la intersección entre dos o más modos (bi, tri,... modal)
 - Ej. Red de amigos y Red de empresas
- Las redes de k-modos se pueden reducir a k-1 modos.
 - Ej. Dos empresas vinculadas porque sus dueños son amigos.
 - O dos personas que están vinculadas porque trabajan en una misma empresa

41

Ejemplo

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Andrónico	1	1	0	0
Bernardo	0	0	1	1
Claudia	0	1	1	0
Diego	1	1	0	1

↓

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Empresa 1				
Empresa 2				
Empresa 3				
Empresa 4				

42

Entonces, volvamos con $Y_S(j | G, i) \geq X$

• Una posible expresión sería:

$$Y_S(j | G, i) = \underbrace{p_{obs}(i \rightarrow j | G)}_{\substack{\text{Prob. que info "i" no} \\ \text{cumplió a "i" llegue} \\ \text{a gente relevante} \\ \text{para j}}} * \underbrace{q_{coord}(G)}_{\substack{\text{Prob. Que} \\ \text{se} \\ \text{coordinen} \\ \text{para} \\ \text{sancionarlo}}} * \underbrace{S(j | G)}_{\substack{\text{Magnitud de la} \\ \text{sanción sobre j} \\ \text{dado G}}}$$

↓

distancias:
Geodésicas, Caminos

↓

cohesión:
Clustering,
densidad

↓

interdependencia:
Centralidad

43

Claves

- Granovetter (1985)
 - Acción económica es función de relaciones (dyads) y estructura
 - Acceso a recursos e información, privilegios (asimetrías)
 - Relaciones (dyads, triads)
 - Lazos fuertes y lazos débiles
 - Estructura y Embeddedness
 - Impacto agregado de la red de relaciones

44

Incrustación (Embeddedness)

• Cada uno de nosotros “pertenece” al mismo tiempo a muchas redes ... y en cada una de ellas fluye información y significados distintos

• Pero también, cada uno “elige” algunos vínculos y descarta otros y al hacerlo modifica la red a su alrededor

• Como resultado nuestras interacciones con otros acontecen “incrustadas” en circuitos que se traslapan y cambian



45

Incrustación (Embeddedness)

Por lo tanto, preguntar
“¿Cómo formamos relaciones?”

es preguntar
“¿En que circuitos estamos?” y
“¿Cómo se relacionan esos circuitos?”

Las relaciones y los circuitos que formamos nos dan acceso a
recursos y a riesgos tanto + como –

Por ende, preguntar “¿Cómo formamos relaciones?” es
preguntar “¿Qué *capital social* estamos construyendo?”

46

Embeddedness y Capital Social

- Tipos de “capital” social
 - **Closure** (Bourdieu, Coleman, Putnam)
 - Juegos repetidos
 - Redundancia
 - Acceso a red de confianza
 - Normas sociales que “gobiernan” grupos (ej. Grief)
 - **Brokerage** (Burt)
 - No redundancia
 - Flujo de información
 - Innovación
 - Hoyos estructurales y weak ties

47

Embeddedness y Capital Social

- Capital Social explica porqué a algunos les va mejor:
porque están mejor conectados (tb. por qué algunos
están “más” obligados que otros)... en definitiva:
explica efectos de “localización”
- Cuatro hipótesis:
 - Los que conectan grupos desconectados están
expuestos a más riesgos/oportunidades
 - La información es homogénea en grupos densos y
heterogénea entre grupos
 - Closure es sesgado hacia el status quo
 - Brokerage es sesgado hacia el cambio

48

Capital Social

Distinguiremos dos tipos de capital social:
Confianza e Intermediación

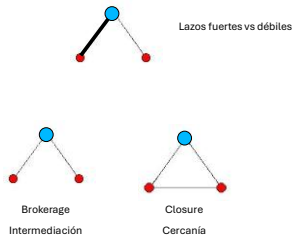
Cada tipo de Capital Social está asociada a formas de inserción de los individuos en las redes sociales.

Confianza se asocia a la pregunta:
"¿En que circuitos estamos?"

Intermediación se asocia a la pregunta:
"¿Cómo se relacionan esos circuitos?"

49

Embeddedness y Capital Social



50

A nivel de la relación

Closure / Confianza

La confianza se materializa en circuitos de relaciones.

Los grupos tienen reglas que:

- a. Que restringen el actuar de miembros (normas)
- b. Otorgan coherencia/significado al actuar (continuamente renegociado)
- c. Distinguen entre miembros y no miembros (no siempre de manera explícita)
- d. Formas de intercambio colectivamente aceptadas (simbología propia)

En suma: Redundancia (información) + Identidad = Reputación

51

Confianza se asocia a la densidad local de la red entorno a ego



Radial
(1 grado)

52

Confianza se asocia a la densidad local de la red entorno a ego



Radial
(2 grados)



53

Brokerage/intermediación

- 1) Acceso a diversidad, no redundancia en la información y recursos
- 2) control de información/recursos que fluyen en la red entre nodos no directamente conectados
- 3) Poder negociador

54

Brokerage se asocia a la condición de puente que tiene ego respecto de otros



Medial
(1 grado)

55

Brokerage se asocia a la condición de puente que tiene ego respecto de otros



Medial
(2 grados)

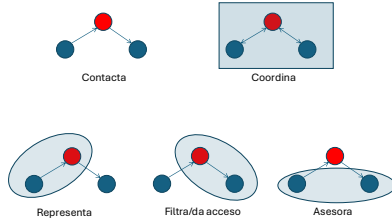
56

Hoyos estructurales

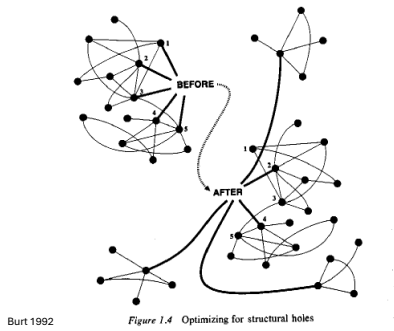
- Puentes son lazos débiles
- Disonancia cognitiva (arbitraje de información)
- Innovación
- Líder de opinión
- Brokerage: capital social de intermediación

57

Tipos de brokers



58



59

Tipos de capital social

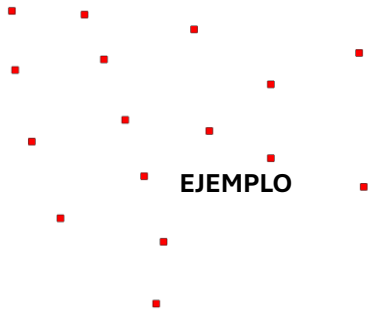
Puerta 1: Confianza / Closure



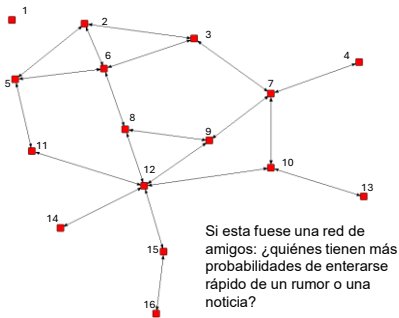
Puerta 2: Intermediación / Brokerage



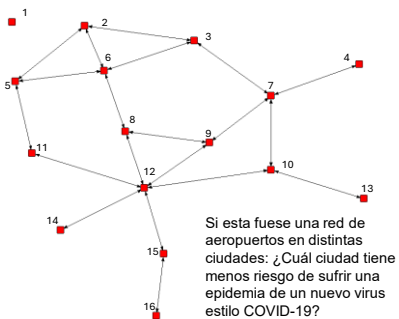
60



61



62



63

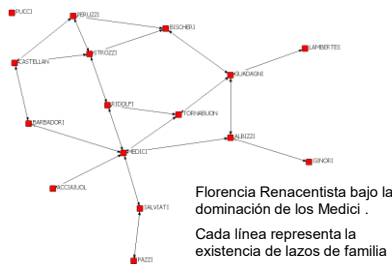
Centralidad de un nodo

La respuesta común a todas las preguntas es:
mientras más central más riesgo/recursos,
mientras menos central menos riesgos/recursos

La intuición es simple: queremos identificar
el nodo más central de una red.

No obstante, definir qué entendemos por
“central” es menos obvio.

64

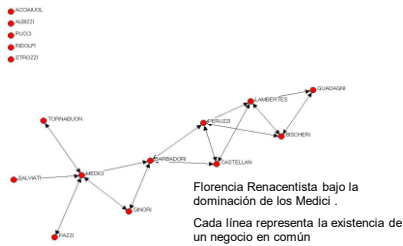


65

Grafo y topología de la red

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
F1 ACCIOLUOL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F2 ALBIZZI	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F3 BARBADORI	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F4 BISCHERI	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
F5 CASTELLAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
F6 GINORI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F7 GUADAGNI	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
F8 LAMBERTES	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F9 MEDICI	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
F10 PAZZI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
F11 PERUZZI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F12 PUCCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F13 RIDOLFI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
F14 SALVIATI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
F15 STROZZI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
F16 TORNABUON	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0

66



67

Medidas de Centralidad y Prestigio

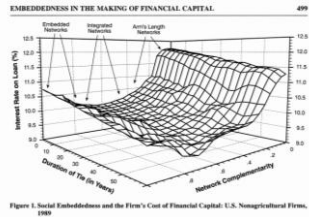
- Centralidad: en sistemas no dirigidos
- Prestigio/Status: en sistemas dirigidos
- Centralidad radial
 - Degree Centrality
 - Closeness Centrality
 - Eigencentrality
- Centralidad medial
 - Betweenness centrality

Closure

Brokerage

68

Capital Social y Tasas de Interés



69

Centralidad

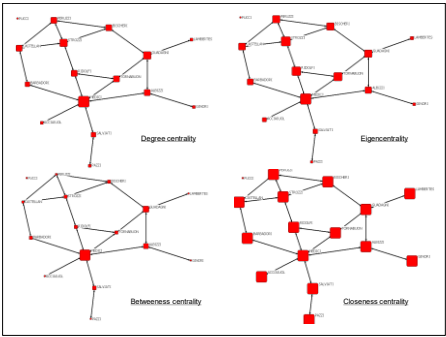
- Se dice que un nodo es central si:
- Tiene un alto grado (degree)
- Es de fácil acceso (closeness)
- Está bien conectado/popular (eigenvalue)
- Está en varias geodésicas entre otros (betweeness)

70

Centralidad

	Degree	Betweeness	Closeness	Eigenvector
ACCIAIUOL	1	0.000	38.000	0.132
ALBIZZI	3	19.333	29.000	0.244
BARBADORI	2	8.500	32.000	0.212
BISCHERI	3	9.500	35.000	0.283
CASTELLAN	3	5.000	36.000	0.259
GINORI	1	0.000	42.000	0.075
GUADAGNI	4	23.167	30.000	0.289
LAMBERTES	1	0.000	43.000	0.089
MEDICI	6	47.500	25.000	0.430
PAZZI	1	0.000	49.000	0.045
PERLUZZI	3	2.000	38.000	0.276
PUCCI	-999	-999	-999	-999
RIDOLFI	3	10.333	28.000	0.342
SALVIATI	2	13.000	36.000	0.146
STROZZI	4	9.333	32.000	0.356
TORNABUON	3	6.333	29.000	0.326

71



72

Ahora sí, formalicemos: Centralidad

- Centralidad de grado
- Eigencentrality
- Centralidad de cercanía
- Centralidad de Intermediación

73

Centralidad de grado

Nótese que el grado es un camino de distancia 1 entre i y j

$$k_i = \sum_j a_{ij}$$

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
a	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0
d	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0
e	1	0	0	0	.	0	0	0	0	0
f	1	0	0	0	0	.	0	0	0	0
g	1	0	0	0	0	0	.	0	0	0
h	1	0	0	0	0	0	0	.	0	0
i	1	0	0	0	0	0	0	0	.	0
j	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.

74

Eigen Centrality

Eigencentrality extiende centralidad de grado para caminos de k>1, ponderando por distancia.

Interpretación: la centralidad de un nodo es una ponderación de la centralidad de los nodos que lo rodean... o bien, un nodo es más central (influyente, poderoso) si está conectado con otros nodos que también son centrales (influyentes, poderosos).

$$x_i = \sum_{k=1}^{\infty} s^k a_{ij}^{k+1} x_j \longrightarrow \lambda \mathbf{x} = \mathbf{Ax}$$

75

Centralidad de cercanía

Promedio de distancias: Si definimos la distancia entre los nodos i y j como d_{ij} , la centralidad de distancia del nodo i es:

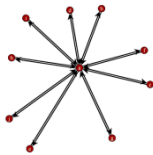
$$C_i = \frac{\sum_{j \in G} d(ij)}{n-1}$$

76

Centralidad de intermediación

- Broker. Siendo $g(hj)$ la geodésica entre h y j

$$B_i = \sum_j \frac{g(hj,i)}{g(hj)}$$



77

Centralidad

- Se dice que un nodo es central si:
- Tiene un alto grado (degree)
- Es de fácil acceso (closeness)
- Está bien conectado/popular (eigenvalue)
- Es cercano (está en varias geodésicas entre otros - betweeness)

78

En resumen

Radial → Clusters

Redundancia
Capacidad de generar confianza
Valor de la reputación



Medial → Hoyos estructurales

Potencial innovador
No redundancia



79

Formas alternativas de pensar la centralidad

- Los más activos son más centrales (grado)
- Los que tienen más control son más centrales (intermediadores)
- Los que llegan más rápido son los más centrales (cercanía)
- Los que están mejor rodeados son los más centrales (eigenvectors)
- Toda una gama de centralidades de los links, no de los nodos (ej: edge betweeness)

80

Centralización

- Mide la cohesión de la red como un todo. Compara la centralidad del nodo más central con la centralidad de cada uno de los otros. Suma las diferencias
- Para normalizar, divide el resultado por el caso teórico de mayor centralización: red estrella.

$$Centralization = \frac{\sum_i^n (C_{max} - C_i)}{\sum_i^n (C_{star} - C_i)}$$

81

Textos sugeridos para profundizar en estas ideas:

Naturalmente:
Granovetter, M. (1985). "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness." *AJS*, 91(3): 481-510. (Acción económica incrustada en redes).

Pero además:

- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. (Oportunismo, TCE, contratos).
- Hart, O. (1995). *Firms, Contracts, and Financial Structure*. (Contratos incompletos).
- Kandori, M. (1992). "Social Norms and Community Enforcement." *Review of Economic Studies*, 59(1): 63-80. (Enforcement comunitario en juegos repetidos).
- Greif, A. (1993). "Contract Enforceability and Economic Institutions in Early Trade." *AER*, 83(3): 525-548. (Magrebes; reputación y redes mercantiles).
- Coleman, J. S. (1988). "Social Capital in the Creation of Human Capital." *AJS*, 94: S95-S120. (Capital social, cierre).
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons*. (Normas y sanciones endógenas).
- Jackson, M. O. (2008/2010). *Social and Economic Networks*. (Manual estándar: AAA, distancias, centralidades, difusión).

82



83

Edgelist versus matrices

- Para redes muy grandes, es más eficiente guardar la información en edgelist

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Andrónico	1	1	0	0
Bernardo	0	0	1	1
Claudia	0	1	1	0
Diego	1	1	0	1

Edgelist:

Andrónico-Empresa1
Andrónico-Empresa2
Bernardo-Empresa3
Bernardo-Empresa4
Claudia-Empresa2
Claudia-Empresa3
Diego-Empresa1
Diego-Empresa2
Diego-Empresa4

84

Descripción de una red

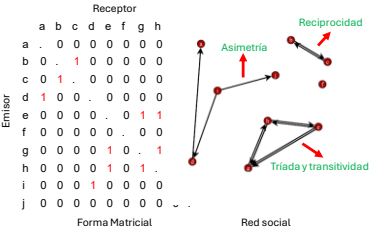
85

Análisis descriptivo de una red

- Triadas y transitividad
- Reciprocidad y asimetría
- Distribución de grado
- Densidad
- Geodésica versus distancia
- Subgrafos, cliques
- Centralidad
- Centralización

86

Grafo y topología de la red



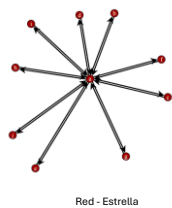
87

Grafo y topología de la red

- El sociograma, la matriz y, por ende, los cálculos de densidad, centralidad etc... varían según la topología de la red.

88

Ejemplo: Red Estrella



	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
a	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0
d	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0
e	1	0	0	0	.	0	0	0	0	0
f	1	0	0	0	0	.	0	0	0	0
g	1	0	0	0	0	0	.	0	0	0
h	1	0	0	0	0	0	0	.	0	0
i	1	0	0	0	0	0	0	0	.	0
j	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.

N=10, L=18

89

Ejemplo: Red Lineal

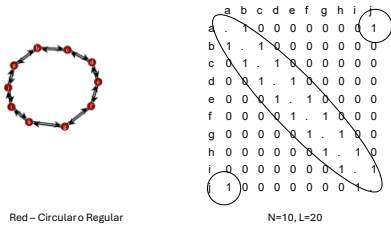


	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
a	.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
b	1	.	1	0	0	0	0	0	0	0
c	0	1	.	1	0	0	0	0	0	0
d	0	0	1	.	1	0	0	0	0	0
e	0	0	0	1	.	1	0	0	0	0
f	0	0	0	0	1	.	1	0	0	0
g	0	0	0	0	0	1	.	1	0	0
h	0	0	0	0	0	0	1	.	1	0
i	0	0	0	0	0	0	0	1	.	1
j	0	0	0	0	0	0	0	0	1	.

N=10, L=18

90

Ejemplo: Red Regular o Circular



Red - Circular o Regular

N=10, L=20

91

Densidad de la red

- La *densidad* de G es la razón de su orden (número de links reales) sobre el orden máximo posible (número de links teóricamente posible)
- Orden Máximo en los ejemplos (todas redes dirigidas):
 $45 = (10 \cdot 9) / 2$

Tipo de Red	Tamaño, N	Orden, L	Densidad
Estrella	10	18	0.40
Lineal	10	18	0.40
Regular	10	20	0.44

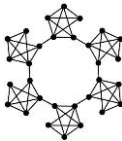


¿Cuándo se logra la máxima densidad?

92

Densidad de la red

- A mayor densidad → más closure (cap.soc.)
- Clustering: Densidad en vecindario de un nodo



93

Redes en Rstudio (en sesión de ayudantía)

- library(igraph), <https://igraph.org/>
- Crear una red desde cero
- Cargar una red que ya existe
- Ver características del objeto igraph
- Visualizar la red
