

28 de septiembre al 1 de octubre de 2017. Bogotá, Colombia

Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable

PhD. José David Meisel
Programa Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería

Agenda

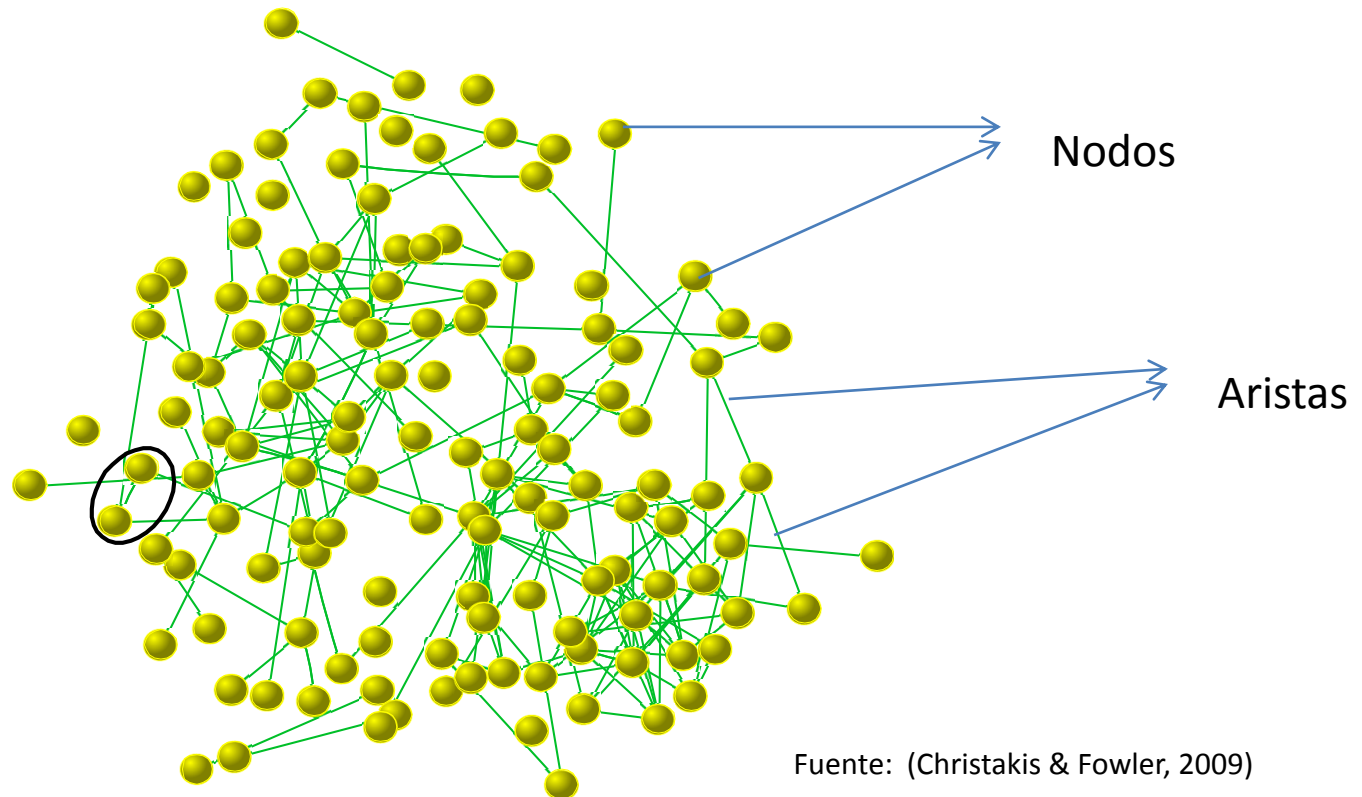
- 1) Análisis de Redes: Conceptos y definiciones básicos
- 2) Cómo hacer un análisis de redes
- 3) Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable
- 4) Importancia del análisis de redes en salud pública

Agenda

- 1) **Análisis de Redes: Conceptos y definiciones básicos**
- 2) Cómo hacer un análisis de redes
- 3) Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable
- 4) Importancia del análisis de redes en salud pública

Definición de Red

Una red (grafo en la literatura matemática) es un conjunto de ítems, que llamamos vértices o nodos, con conexiones entre ellos, que llamamos vínculos o aristas (Newman, Barabási & Watts, 2003).



Fuente: (Christakis & Fowler, 2009)

Definición de una Red Social

Una **red social** se refiere al conjunto de **actores y lazos entre ellos**. Se busca

- Representar la estructura de un **grupo**.
- Impacto de esta **estructura** en el **funcionamiento** del grupo
- Influencia de esta **estructura** sobre los **individuos** dentro del grupo (Wasserman, 1994).

Definición de una Red Social: Actor

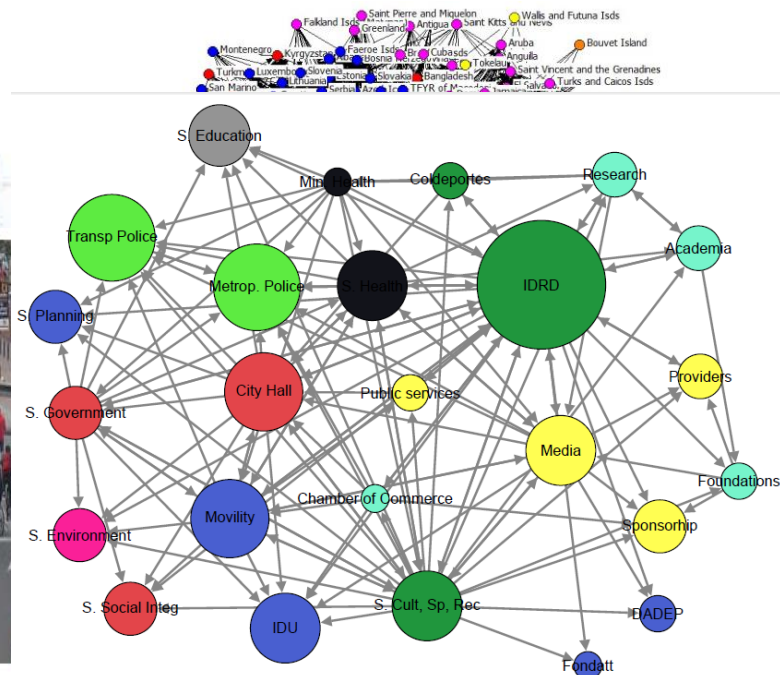
- Un actor es una **entidad social** en términos generales. Pueden ser



- Qué consideramos actor en un determinado estudio depende de qué tipo de relaciones queremos estudiar.

Definición de una Red Social: Lazos y Relaciones

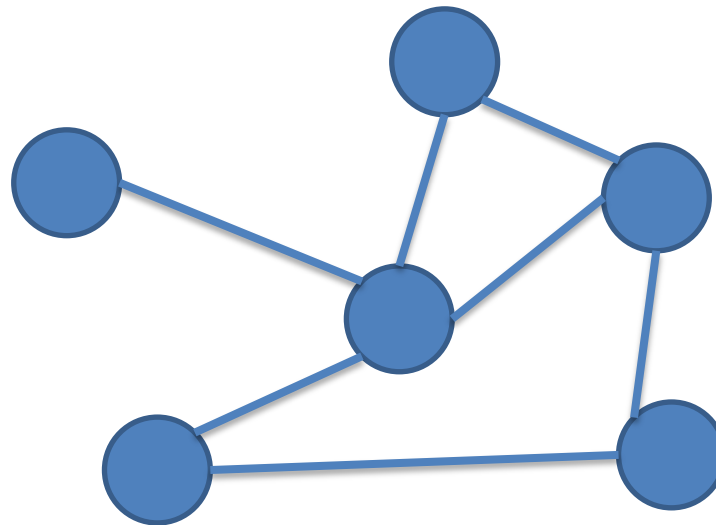
- Los actores se enlazan unos con otros mediante lazos sociales (*social tie*).



- Se denomina **relación** al conjunto de lazos de un tipo determinado para un conjunto de actores determinado.

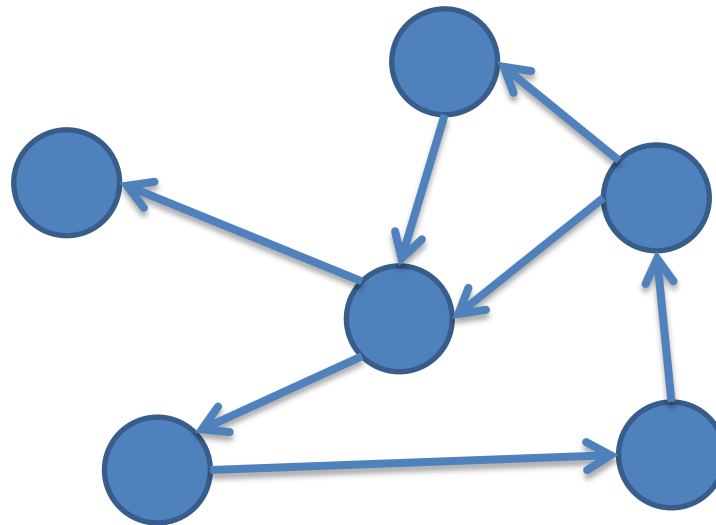
Redes no Dirigidas

- No hay un origen y un destino de la relación.
- Este tipo de relaciones son simétricas o no direccionales. Por ejemplo, la relación *es hermano de* es de este tipo.

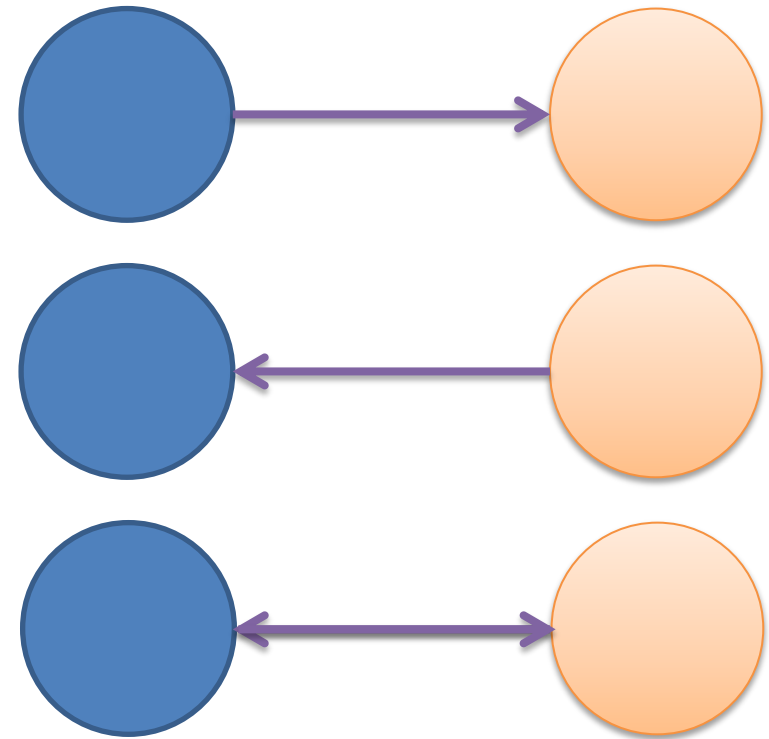
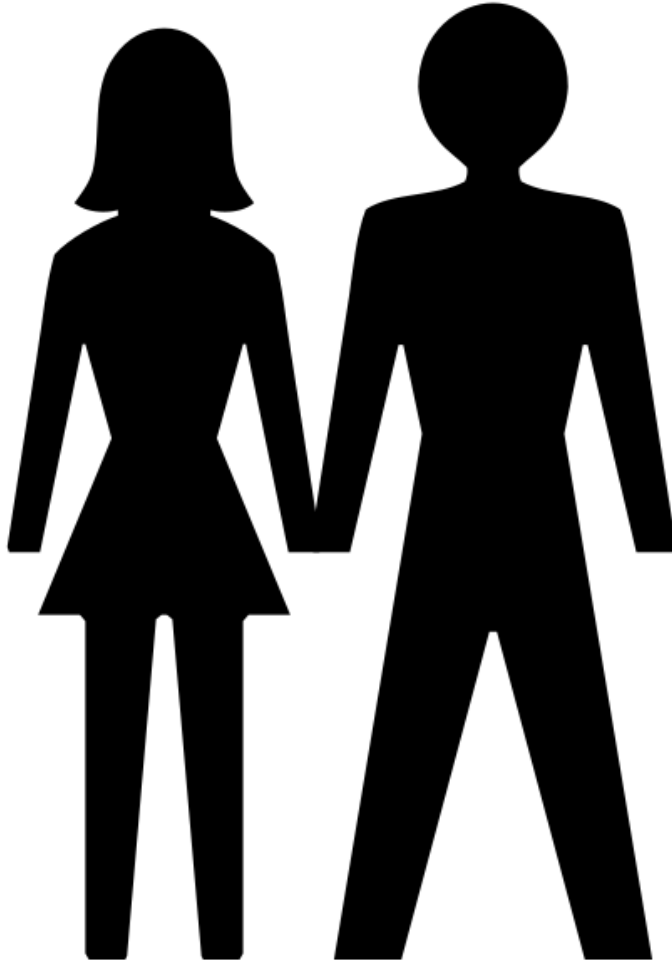


Redes Dirigidas

- Hay un lazo en una dirección pero no en la otra.
- Por ejemplo, la relación "*ama apasionadamente a*" es dirigida.

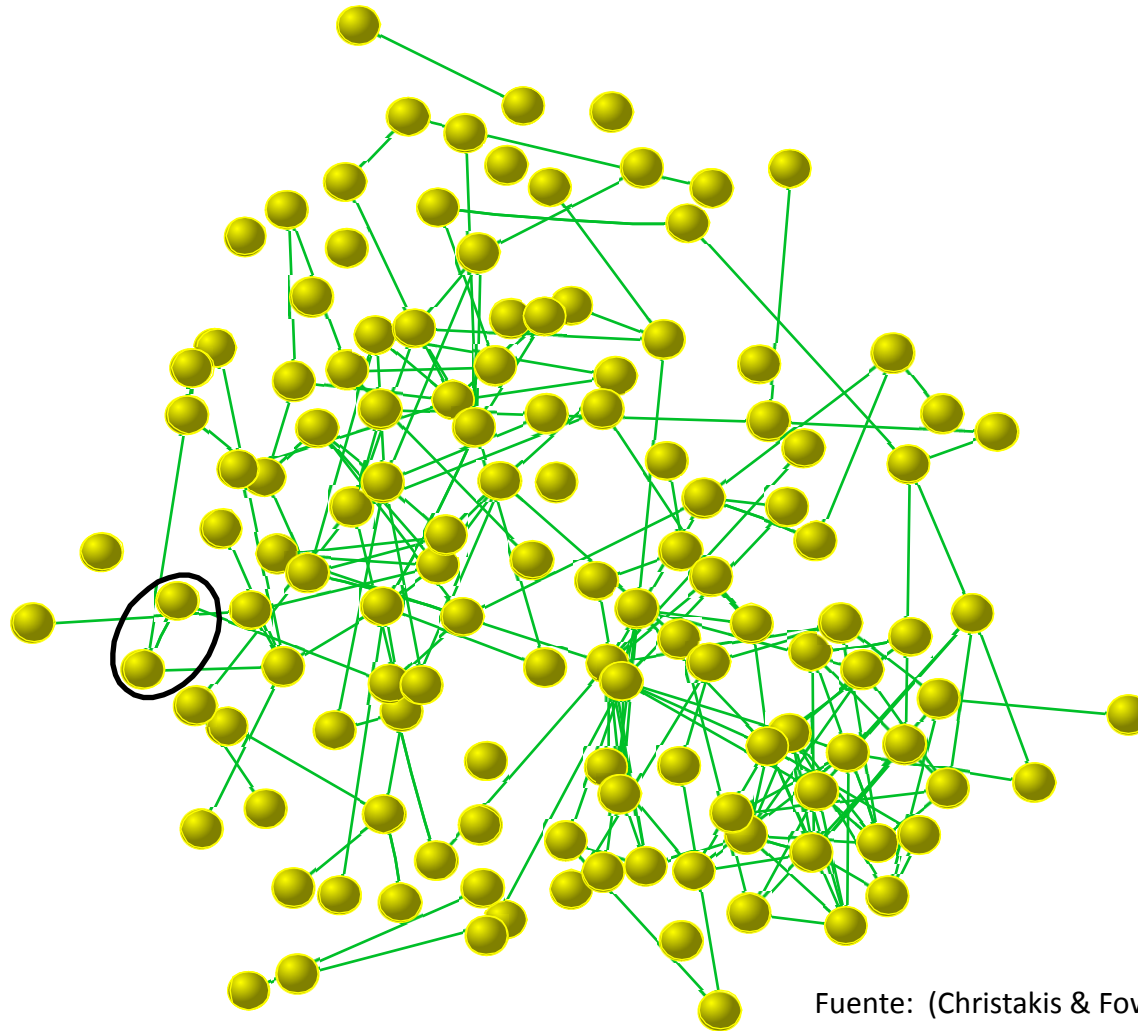


La red más simple es un par (díada)



Fuente: (Christakis & Fowler, 2009)

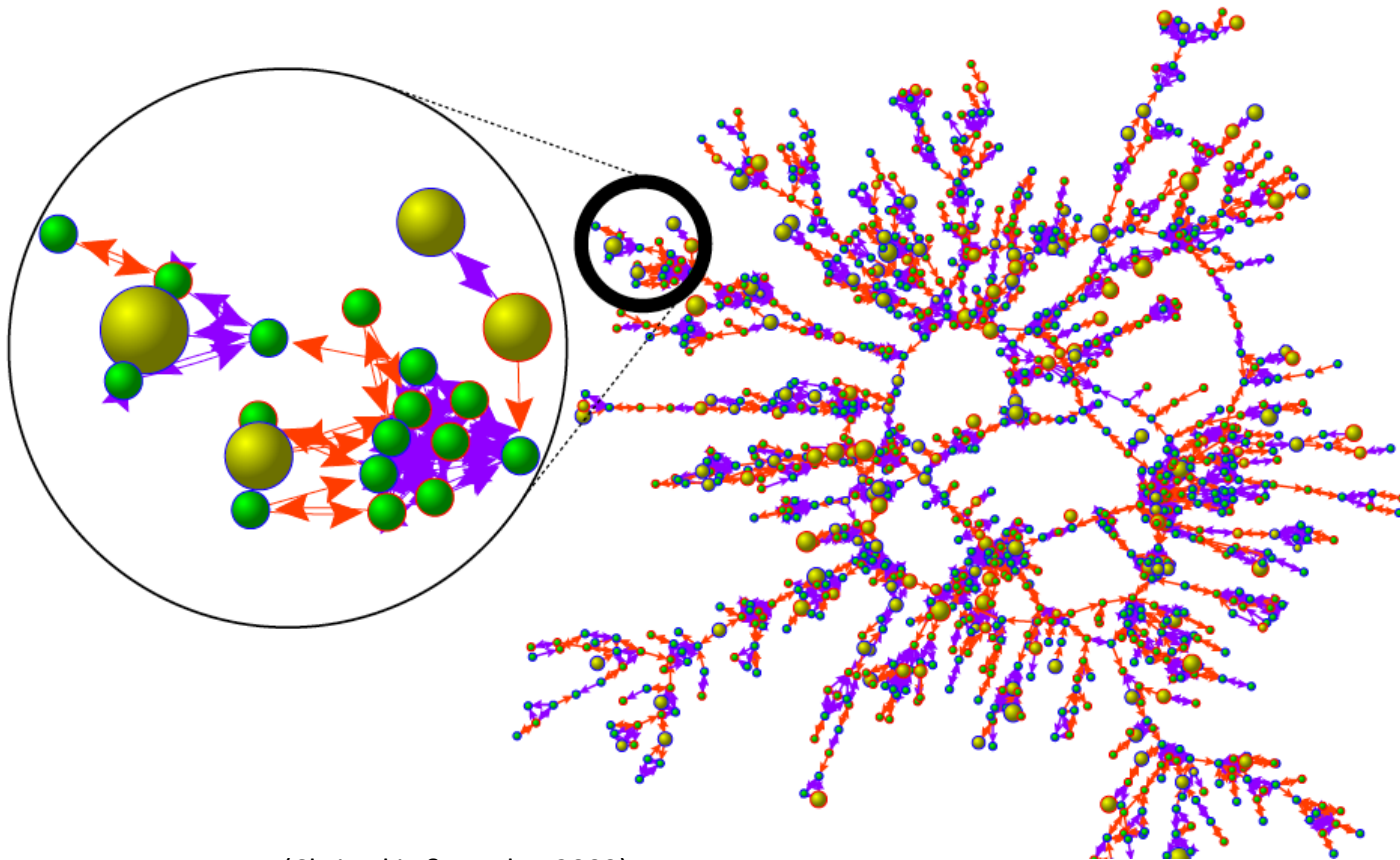
Los pares se aglomeran para formar redes interconectadas



Fuente: (Christakis & Fowler, 2009)

Definición

La forma de la red = su “estructura” o “topología”

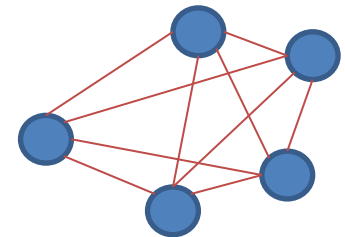
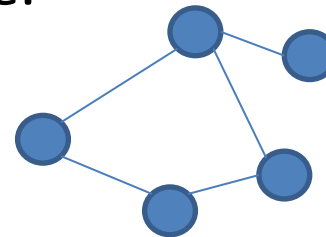


Fuente: (Christakis & Fowler, 2009)

Propiedades de las redes

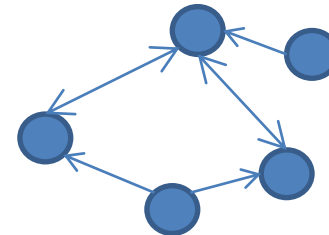
- **Densidad:** Proporción del número de lazos presentes en la red sobre el número máximo posible.

$$\text{Densidad} = 5/10 = 0,5$$



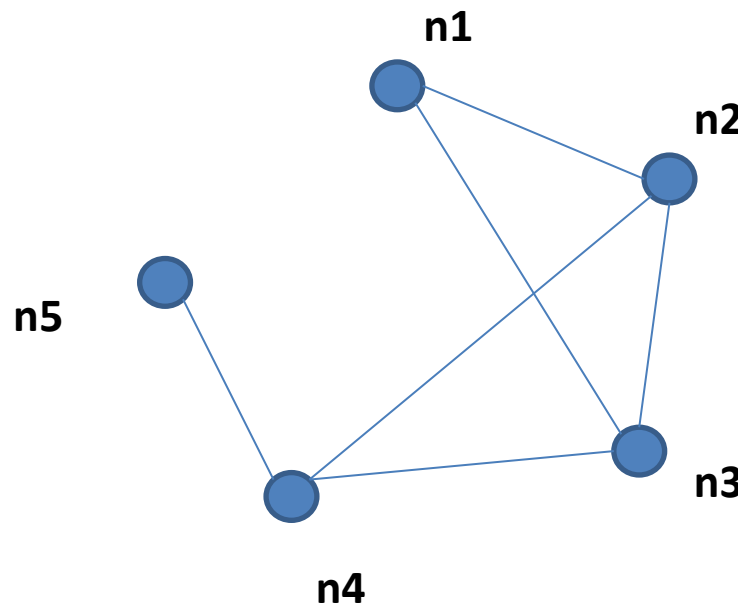
- **Reciprocidad:** Proporción de lazos que son recíprocos en la red (redes dirigidas)

$$\text{Reciprocidad} = 2/5 * 100 = 40\%$$



Propiedades de las redes

- **Distancia:** Es el camino entre un par de nodos.
- **Distancia Geodésica:** Es el camino más corto entre dos nodos.
- **Diámetro:** Es la longitud de la distancia geodésica más larga entre cualquier par de nodos en la red.



Distancias Geodésicas

$$d(1,2)=1$$

$$d(1,3)=1$$

$$d(1,4)=2$$

$$d(1,5)=3$$

$$d(2,3)=1$$

$$d(2,4)=1$$

$$d(2,5)=2$$

$$d(3,4)=1$$

$$d(3,5)=2$$

$$d(4,5)=1$$

Diámetro= 3

Medidas de centralidad y prestigio

- **Grado de entrada:** Número de lazos totales que un nodo tiene de otros en la red.
- **Grado de salida:** Número de lazos totales que un nodo envía a otros nodos en la red.
- **Intermediación:** Medida la frecuencia con la que un nodo aparece en el camino más corto entre nodos de la red.
- **Cercanía:** Qué tan cerca está un nodo de los demás nodos en la red basados en la distancia geodésica (camino de longitud más corta).

Agenda

- 1) Análisis de Redes: Conceptos y definiciones
- 2) **Cómo hacer un análisis de redes**
- 3) Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable
- 4) Importancia del análisis de redes en salud pública

Diseño del estudio y Recolección de datos

Los diseños de estudios tradicionales en salud pública usualmente utilizan datos de los atributos en el nivel individual.

- Para esto, la muestra completa ha sido identificada y los datos deben ser recolectados de los individuos.

En estudios de redes, la red completa debe ser identificada antes de empezar la recolección de los datos

- **No se trabaja con muestreo**

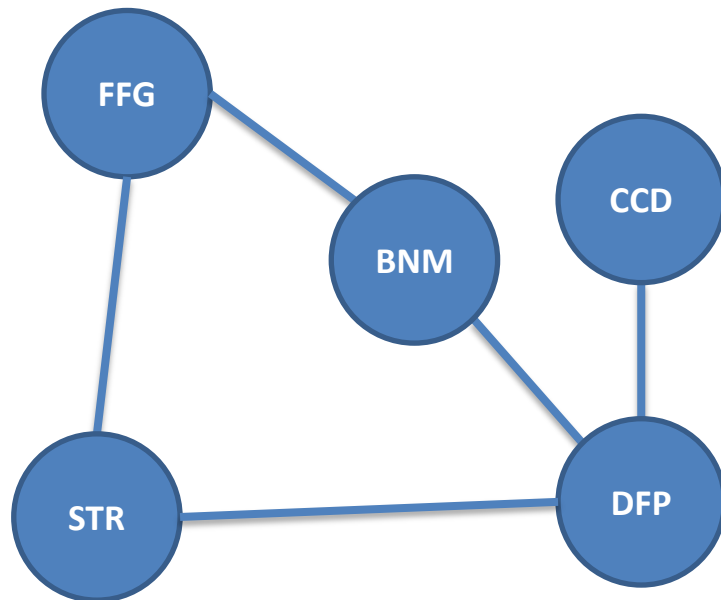
Estructura de Datos convencional

Informante	Edad	Sexo	Ocupación
FFG	32	Mujer	Secretaria administrativa
BNM	20	Hombre	Estudiante
DFP	45	Hombre	Funcionario público
CCD	37	Mujer	Abogada
STR	26	Mujer	Docente

En cambio...

- En las filas se ubican los casos u observaciones
- En las columnas, las variables seleccionadas (edad, tipo de organización, población, etc.).

Estructura de datos relacional



¿Quién es amigo de quién?					
	FFG	BNM	DFP	CCD	STR
FFG	-	1	0	0	1
BNM	1	-	1	0	0
DFP	0	1	-	1	1
CCD	0	0	1	-	0
STR	1	0	1	0	-

Matriz de adyacencia o Sociomatriz

- Las filas de la matriz son los casos, sujetos u observaciones.
- Las columnas son el mismo conjunto de casos, sujetos y observaciones.
- En cada celda de la matriz se describe una relación entre los actores.

Análisis de Datos

Tres aproximaciones son generalmente usadas (Luke & Harris, 2007):

Análisis visual de la Red

Diferentes gráficas de la red de acuerdo a propiedades (centralidad y prestigio, análisis de comunidades)

Análisis descriptivo de las propiedades de la red

Posición de los actores de la red

Propiedades de un subgrupo de la red

Características de la red completa

Métodos estocásticos y longitudinales de análisis de redes

Datos de redes son no independientes, por lo que los modelos paramétricos tradicionales, que requieren independencia en las observaciones no pueden ser aplicados.

Agenda

- 1) Análisis de Redes: Conceptos y definiciones
- 2) Cómo hacer un análisis de redes
- 3) Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable
- 4) Importancia del análisis de redes en salud pública

Análisis de Redes en salud pública

En el contexto de la epidemiología social, el análisis de redes sociales:

Involucra la **caracterización de las estructuras de redes sociales o subconjuntos de redes** para entender el **flujo de factores relevantes de salud** (enfermedades, información, soporte social, etc) entre nodos de la red (El-Sayed et al., 2012).

Los lazos sociales que unen a los actores tienen **consecuencias en su comportamiento** (Freeman, 2004).

Interesado en los **patrones e implicaciones de las relaciones** entre los actores sociales (Wasserman, 1994)

Aplicaciones del Análisis de Redes en salud pública

En las pasadas dos décadas, el análisis de redes se ha usado ampliamente en salud pública (Luke & Harris, 2007) especialmente en:

Redes de transmisión

- **Transmisión de enfermedades** (epidemia del VIH, de la Obesidad, de fumar, de la felicidad entre otros)
- **Estructura social de la difusión de la información** (reducir el riesgo de enfermedades y promover la salud. Estudios se han realizado en: planificación familiar, campañas de salud reproductiva, mensajes de prevención y educación del VIH)

Redes sociales

- **Influencia del soporte social y capital social en la salud** (en morbilidad, mortalidad, bienestar general, entre otros).
- **Influencia de las redes sobre comportamientos saludables.**

Redes organizacionales

- **Redes organizacionales y de servicios de salud pública** (análisis de redes de organizaciones o agencias más que de individuos)

Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable

Estado Nutricional

Color		
Estado Nutricional	Normal	Sobrepeso

Tiempo en pantalla día de escuela

Color		
Tiempo en pantalla	≥ 3 horas / semana	< 3 horas / semana

Color		
Actividad física	60 min por día	No cumple las recomendaciones

Comportamientos relacionados con la obesidad en redes de Amistad en niños

Roberto C. Jiménez, Felipe Montes, Jose D. Meisel, Silvia A. González, Ruth Hunter, Andrés F. Useche, Peter T. Katzmarzyk, Olga L. Sarmiento

Comportamientos relacionados con la obesidad en redes de amistad en niños

Globalmente, 170 millones de niños menores de 18 años se estiman que son obesos.³³

Alrededor del 80% de los adolescentes entre 13 y 15 años no cumplen las recomendaciones de actividad física (AF) de la Organización Mundial de la salud (OMS) ³² and 77% excede la recomendación de máximo 2 horas diarias para comportamientos sedentarios (Internet, juegos de video, TV).³⁴

Estudios conducidos principalmente en países de alto nivel de ingresos muestran que los individuos pueden significativamente ser influenciados por el estatus de peso, los niveles de AF y los comportamientos relacionados con la obesidad de sus amigos.^{37–42}



Propósito: Examinar la relación entre la estructura social de la red y el sobrepeso, actividad física y tiempo en pantalla en niños en edad escolar en Colombia

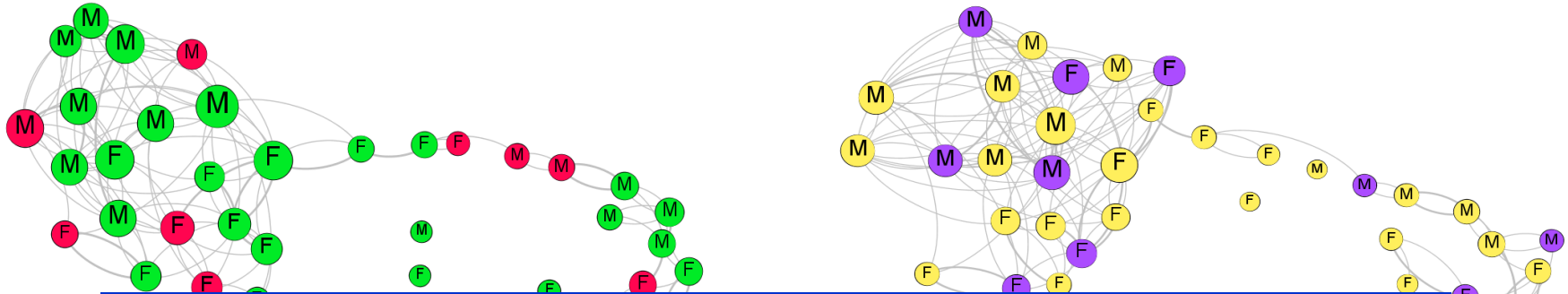
Se uso un análisis de redes estocástico (Exponential random graph model (ERGM)) para entender las implicaciones de los parámetros estructurales (efectos endógenos) y los efectos de nivel de nodo (Efectos exógenos) en las redes de Amistad en niños

Parámetros
estructurales

Reciprocidad, actividad de difusión, difusión de popularidad, conectividad múltiple, and caminos cerrados

Efectos de nivel de
nodo

Efecto de enviar, Efecto de recibir, Homofilia fueron usados para:
Sexo, Tiempo medio por semana en juegos en computador o juegos de video, Estado nutricional, AF por acelerómetros, Actividades (Deportes de equipo, artes marciales o danzas, arte o música, ninguno de los anteriores)

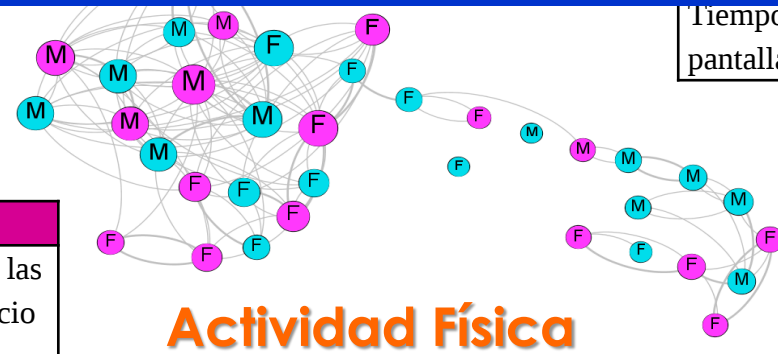


Los lazos de Amistad de los niños no estuvieron basados en el estado nutricional, cumplimiento de las recomendaciones de AF, actividades organizadas o comportamientos sedentarios. Sin embargo, estos estuvieron segregados por el sexo.

Color
Estado Nutricional

Tiempo en pantalla	>= 3 horas / semana	< 3 horas / semana
--------------------	---------------------	--------------------

Color		
Actividad física Acelerómetro	60 min por al menos 5 días/sem	No cumple las recomendaciones



Actividad Física

Redes de Amistad en niños de un colegio por estado nutricional, actividad física, tiempo en pantalla y sexo. F = niñas; M= Niños. Tamaño del nodo basado en el grado total.

Social Health/Culture Change

Network Analysis of Bogotá's Ciclovía Recreativa, a Self-Organized Multisectorial Community Program to Promote Physical Activity in a Middle-Income Country

Jose D. Meisel, MSc; Olga L. Sarmiento, PhD; Felipe Montes, MSc; Edwin O. Martinez, MSc; Pablo D. Lemoine, MSc; Juan A. Valdivia, PhD; Ross C. Brownson, PhD; Roberto Zarama, PhD

Abstract

Purpose. Conduct a social network analysis of the health and non-health related organizations that participate in Bogotá's Ciclovía Recreativa (Ciclovía).

Design. Cross-sectional study.

Setting. Ciclovía is a multisectorial community-based mass program in which streets are temporarily closed to motorized transport, allowing exclusive access to individuals for leisure activities and physical activity.

Subjects. Twenty-five organizations that participate in the Ciclovía.

Measures. Seven variables were examined by using network analytic methods: relationship, link attributes (integration, contact, and importance), and node attributes (leadership, years in the program, and the sector of the organization).

Analysis. The network analytic methods were based on a visual descriptive analysis and an exponential random graph model.

Results. Analysis shows that the most central organizations in the network were outside of the Health sector and include Sports and Recreation, Government, and Security sectors. The organizations work in clusters formed by organizations of different sectors. Organization

PURPOSE

Noncommunicable diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide.¹ The prevalence of NCDs is increasing globally, with most cases occurring in low- and middle-income countries.^{1,2} Physical inactivity is one of the major risk factors for NCDs, accounting for an estimated 5.3 million deaths per year.³

To address the NCD burden due to inactivity, environmental and policy approaches can be effective ways to promote physical activity (PA), creating or enhancing access to places for PA

Propósito

Conducir un análisis de redes de las organizaciones que participan en la Ciclovía Recreativa de Bogotá para:

- Caracterizar la estructura de la red.
- Evaluar la relación entre las variables (estructurales o atributos) o tendencias estructurales (equivalencia estructural o clustering) y la probabilidad de integración entre los miembros de la red.



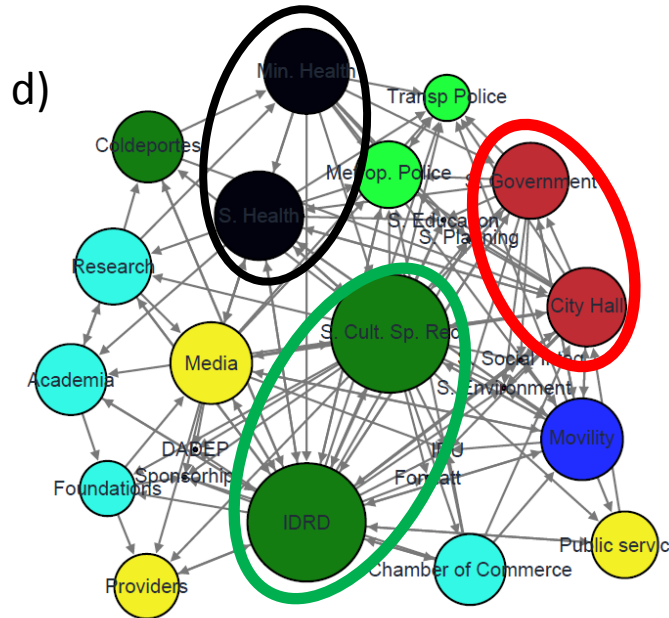
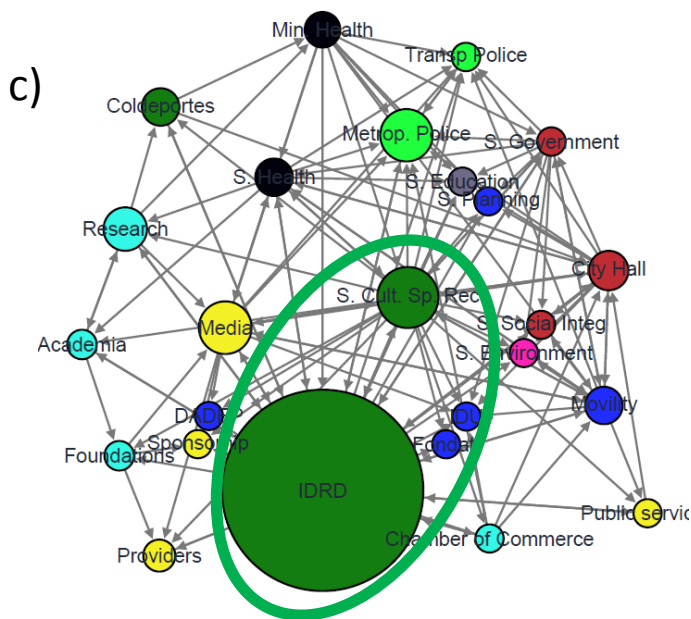
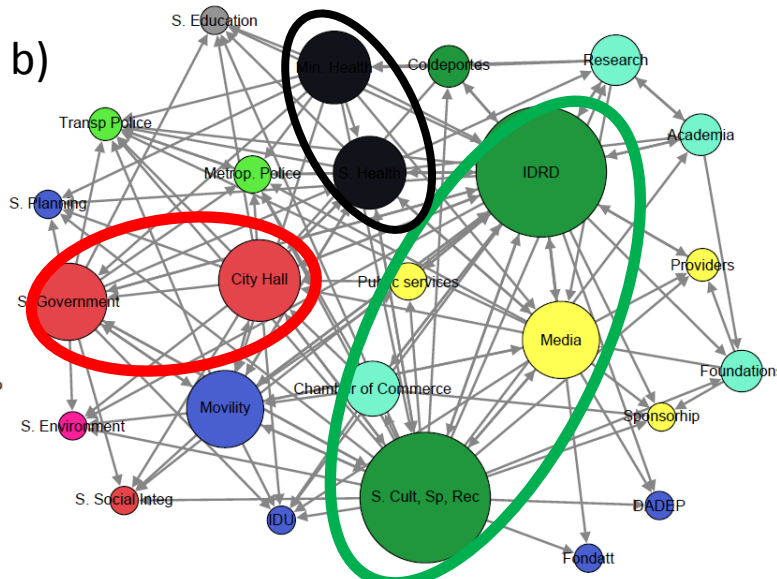
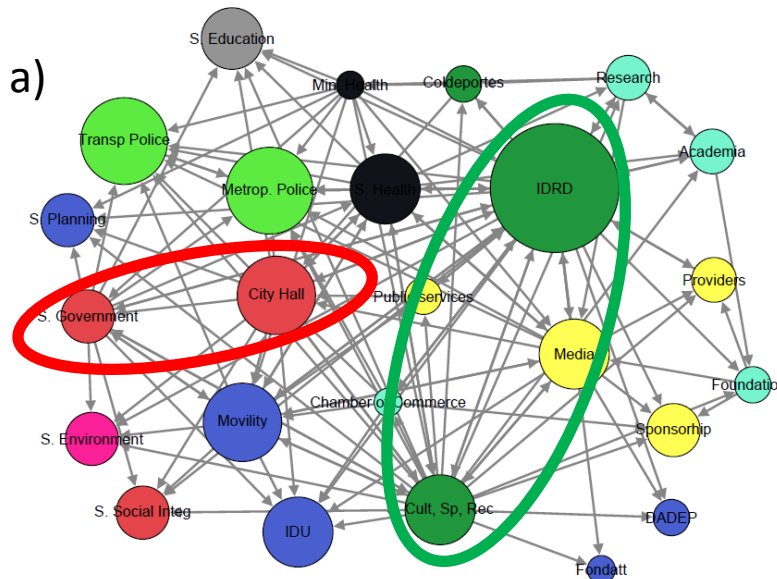
Análisis visual y descriptivo

- Identificar cuáles organizaciones estaban conectadas dentro de la red de la Ciclovía,
- Identificar el rol de cada organización en la red de la Ciclovía, y
- Reconocer los subgrupos de organizaciones que trabajan juntos, usando un análisis de detección de comunidades

Exponential Random Graph Model (ERGM)

Predecir la probabilidad de integración entre las organizaciones conectadas a la Ciclovía basados en tendencias estructurales y atributos de nodo y de aristas.

SECTOR	
	Recreación, Cultura y deporte
	Transporte / Planeación urbana
	Gobierno /Líderes políticos
	Seguridad pública
	Mercadeo /Servicios
	Academia /Investigación
	Salud
	Educación
	Ambiente

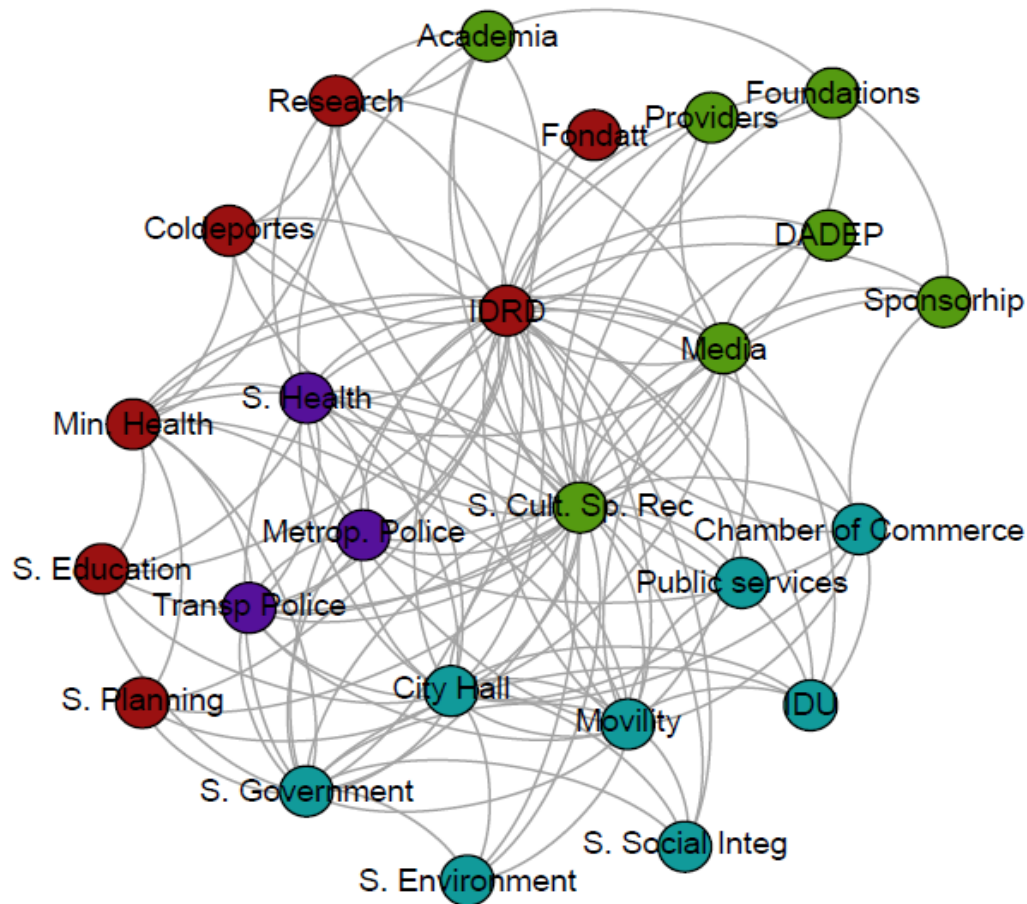


La ***densidad*** de la red dirigida fue 0.23.

La ***reciprocidad*** fue 23.8% .

Red basada en las medidas de Centralidad.

a) Red con el tamaño del nodo basado en el número de veces que una organización fue identificada como colaborador (grado de entrada). b) Red con el tamaño del nodo basado en el número de lazos que una organización tiene hacia otros actores en la red (Grado de salida). c) Red con el tamaño del nodo basado en el número de veces que una organización está actuando como un puente entre otras organizaciones que no están directamente conectadas (Intermediación). d) Red con el tamaño del nodo basado en que tan cerca está una organización de todas las demás organizaciones en la red (Cercanía)



La Ciclovía de Bogotá es una red cuya estructura emergió como un sistema complejo auto-organizado cuyas organizaciones participantes tienden a cooperar, colaborar o formar alianzas en grupos multisectoriales.

Comunidad	1	2	3	4
Color				



Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable

Redes sociales temporales dentro de los
usuarios de la Recreovía

Ana Maria Jaramillo, Felipe Montes, Olga Lucia Sarmiento

Colección de datos

1. Programa General de la Recreovía

Herramientas para la recolección de datos:



Netvizz



Gephi

2. Estaciones Específicas del programa de la Recreovía

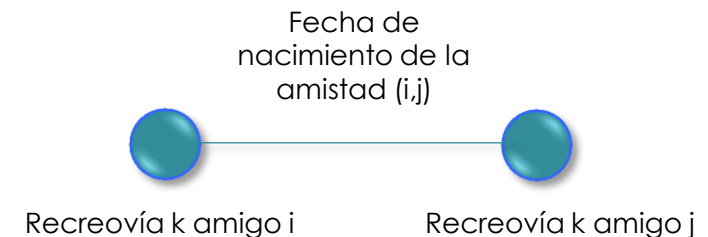
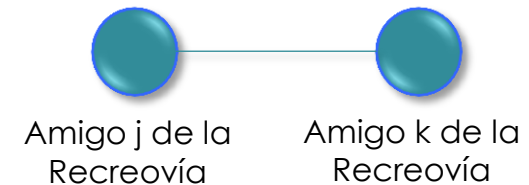
- Recreovía Valles de Cafam
- Recreovía Santa Isabel
- Recreovía Meissen

Herramientas para la recolección de datos

- Lost Circles
- R-Selenium
- Gephi

Propósito: Caracterizar la estructura de la red social

- Principales Stakeholders
- Cohesión, preferencia y crecimiento



Red Estática: Detección de comunidades

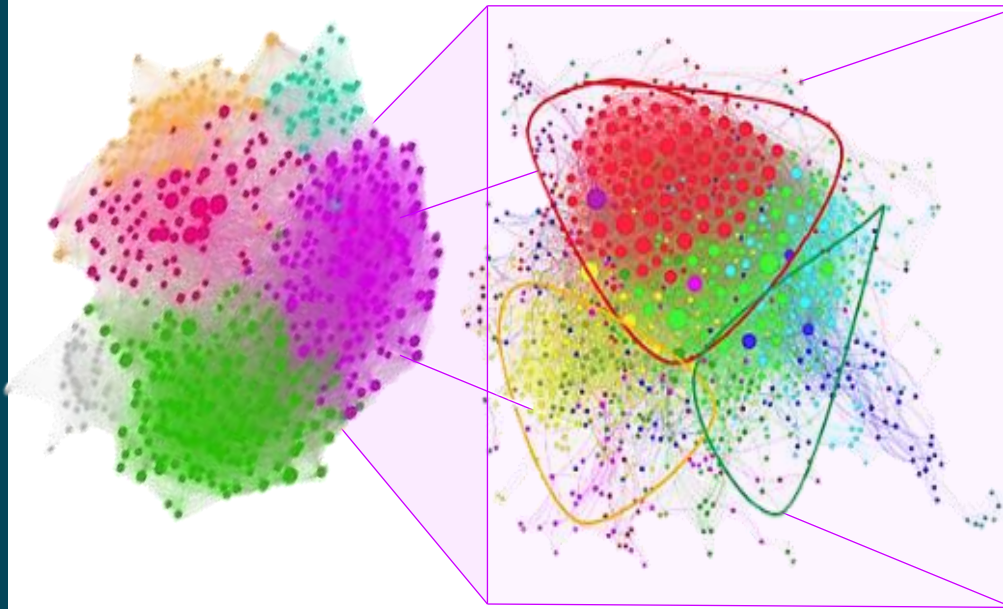


Figura A

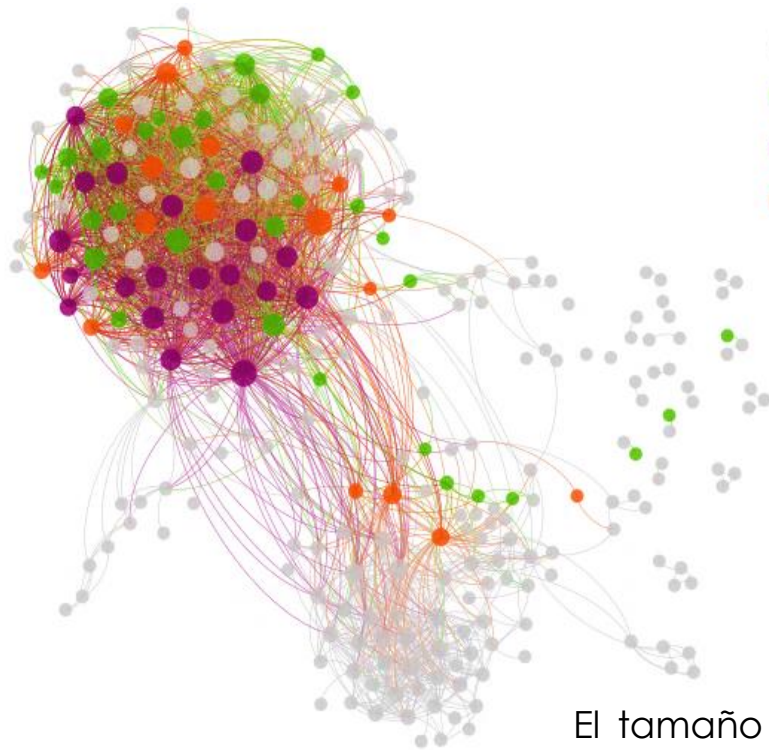
Figura B

- Se detectaron 48 comunidades, con 5 principales comunidades que contienen el 83% de los nodos de la Red,
- **Los instructores de actividad física y otros miembros del IDRD** formaron la comunidad más grande con 20.84% del total de nodos (Figura A).
- Esa comunidad fue estudiada de manera independiente y se identificó una división relacionada con los **tres principales instructores** (Figura B).

[1] Blondel VD, Guillaume J, Lefebvre E. Fast unfolding of communities in large networks. :1-12.



Red temporal de los usuarios de la recreovía: última ventana de tiempo



- Program attendees 202 (74.26%)
- Fitness industry members 33 (12.13%)
- Physical activity instructors 20 (7.35%)
- City hall agents 12 (6.25%)

272 usuarios
2565 conexiones
Densidad: 0.07
Grado promedio: 18.86
Diámetro: 7
Clustering promedio: 0.229

**Propiedades de una
red de mundo
pequeño**

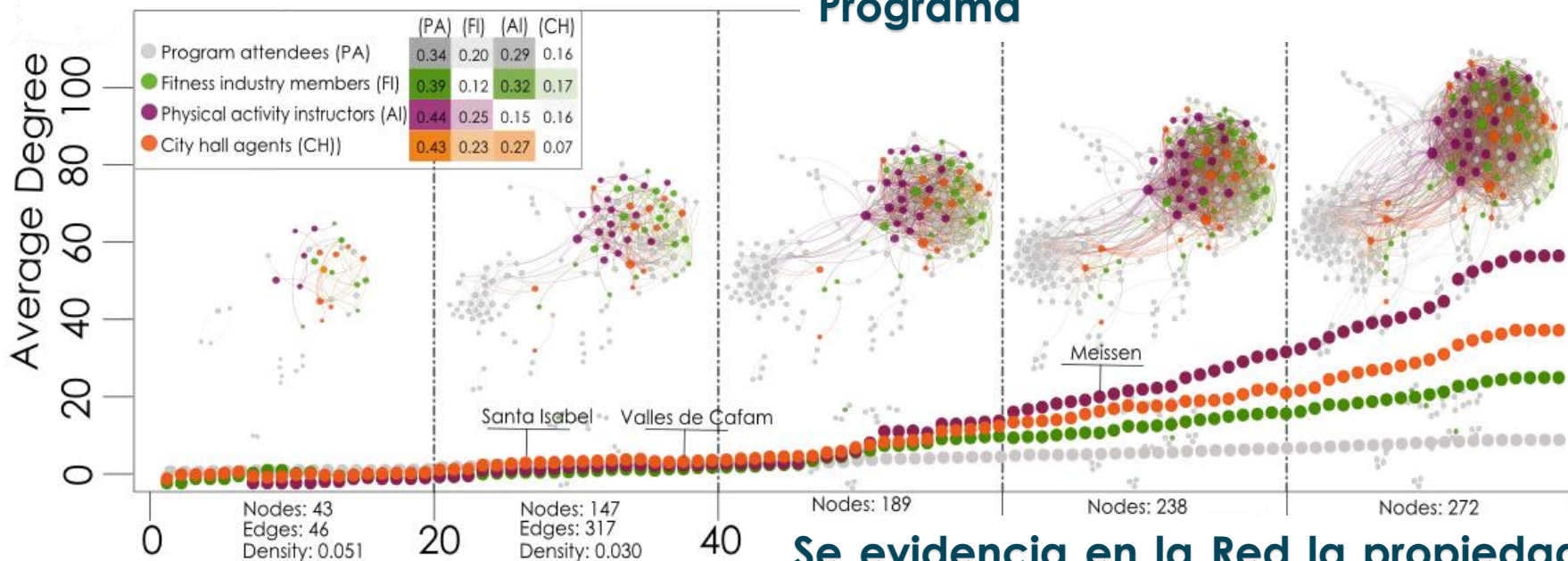
98 Meses
[Junio 2008, Agosto 2016]

El tamaño del nodo representa el
número de relaciones de amistad
entre un usuario con los demás
usuarios



Red temporal de los usuarios de la recreovía : Todas las ventanas de tiempo

La red tiene un comportamiento innovativo creando capital social dentro de la red de facebook del Programa



Se evidencia en la Red la propiedad de Conexión Preferencial, los nodos super conectados facilitan el flujo de información dentro de la Red

Sulo R, Berger-Wolf T, Grossman R. Meaningful selection of temporal resolution for dy



A)



B)



C)

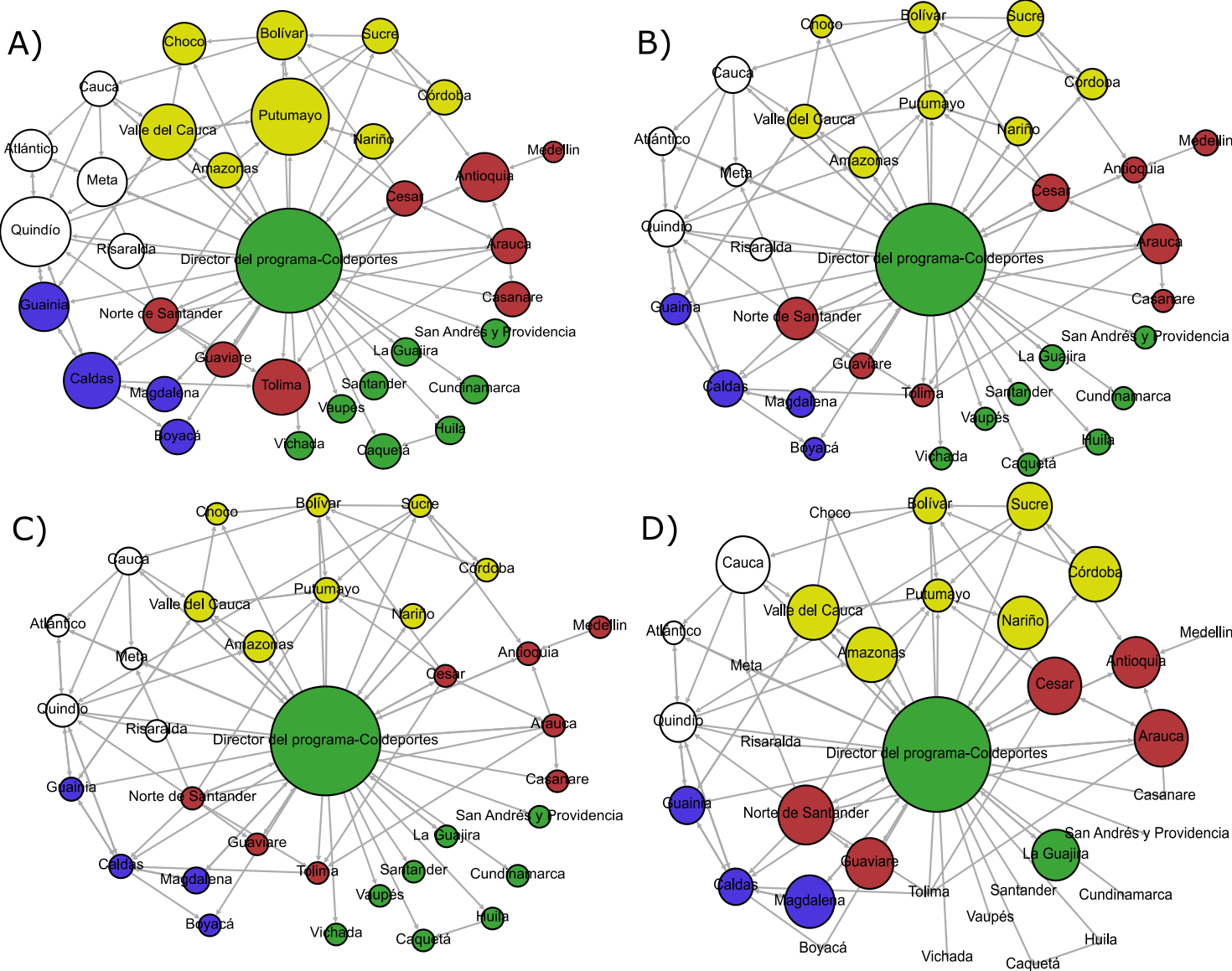


D)



Red de gestores del Programa Hábitos y Estilos de vida Saludable

José D Meisel, Olga Lucía Sarmiento



Red de gestores del Programa Hábitos y Estilos de vida Saludable año 2012 basada en las medidas de Centralidad.

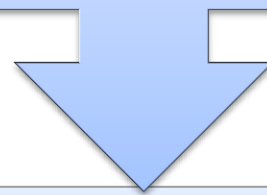
a) Red con el tamaño del nodo basado en el número de veces que un gestor fue identificado como colaborador (grado de entrada). b) Red con el tamaño del nodo basado en el número de lazos que un gestor tiene hacia otros actores en la red (Grado de salida). c) Red con el tamaño del nodo basado en el número de veces que un gestor esta actuando como un puente entre otros gestores que no están directamente conectados (Intermediación). d) Red con el tamaño del nodo basado en que tan cerca esta un gestor de todas los demás gestores en la red (Cercanía).

Agenda

- 1) Análisis de Redes: Conceptos y definiciones
- 2) Cómo hacer un análisis de redes
- 3) Análisis de redes de programas para la promoción de hábitos de vida saludable
- 4) Importancia del análisis de redes en salud pública

Importancia del Análisis de Redes en el diseño de políticas y programas

Las redes sociales juegan un importante rol en la obesidad adulta. El peso del individuo es fuertemente influenciado por el peso de sus amigos cercanos, esposos(as), hermanos (Christakis & Fowler, 2007).



En el diseño de políticas para prevenir las enfermedades cardiovasculares hay que tener en cuenta la red social del individuo.

Importancia del Análisis de Redes en el diseño de políticas y programas

Importante para la prevención y control de epidemias (sobrepeso y obesidad)

- Christakis & Fowler (2010) propusieron un método para determinar cuándo y si una epidemia se está propagando (Monitoreo de los amigos de individuos seleccionados aleatoriamente).
- Varios estudios han identificado los nodos de mayor riesgo en la dispersión de la enfermedad (Kitsak et al, 2010)

Importante para promoción de comportamientos saludables como la Actividad física.

- Kitsak et al, (2010) han identificado que los nodos con mayor propagación se encuentran en el corazón de la red.
- Estrategias para la difusión de comportamientos en redes sociales (Montes, 2014). Tesis doctoral.

Agradecimientos

Algunas Diapositivas:

- Felipe Montes, Roberto Jimenez. *Curso CBU Redes Juegos y Altruismo: Complejidad en el comportamiento humano, Universidad de los Andes*
- Tasha Bock, James H. Fowler, Nicholas A. Christakis (2009)

¡Gracias! Preguntas

José David Meisel
Jose.meisel@unibague.edu.co

Referencias

- Freeman LC. (2004). The Development of Social Network Analysis Vancouver: Empirical Press.
- El-Sayed AM, Scarborough P, Seeman L, Galea S. (2012) Social Network analysis and agent based modeling in social epidemiology. *Epidemiologic Perspectives & Innovations*,9:1; 1-9.
- Wasserman S. (1994). Social Network Analysis: Methods and Applications Cambridge: Cambridge University Press.
- Luke DA, Harris JK. (2007). Network analysis in public health: history, methods, and applications. *Annu. Rev. Public Health* 28:69–93.
- Christakis NA, Fowler JH (2007). The spread of obesity in a large social network over 32 years. *N Engl J Med*, 357(4):370-379.
- Luke DA, Stamatakis KA. (2012). Systems Science Methods in Public Health: Dynamics, Networks, and Agents. *Annu. Rev. Public Health*. 33:357–76
- Christakis NA, Fowler JH. (2010). Social Network Sensors for Early Detection of Contagious Outbreaks. *PLoS ONE* 5(9): e12948. doi:10.1371/journal.pone.0012948
- Kitsak M, Gallos LK, Havlin S, et al. (2010) Identification of influential spreaders in complex networks. *Nature Physics* 6, 888–893.
- Fowler JH, Christakis NA, (2009). Tasha Bock.
- Newman MEJ, Barabási AL, and Watts DJ. (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*, Princeton University Press.

Para metros	Redes (Colegios)																			
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
Reciprocidad ^a	2.33	2.49	2	2.98	1.87	1.44		2.81	1.69	1.58		0.81	1.88	1.49	2.54	2.52	1.67	1.68	1.74	1.81
Caminos cerrados ^b	0.79	1.02	0.99	1.19	0.98	1.16	1.29	1.00	1.04	1.03	1.39	1.43	0.84	1.09	0.85	0.89	0.71	1.15	1.1	0.72
Conectividad Múltiple ^c	-0.23	-0.25	-0.38		-0.24	-0.28	-0.24	-0.34	-0.25	-0.31	-0.14	-0.27	-0.32	-0.26	-0.33			-0.23	-0.19	-0.26
Difusión de popularidad ^d								-0.68		-1.39	-1.15							-0.76		
Actividad de difusión ^e				-1.13	-0.68		-0.47			-1.62	-1.63								-0.55	
Nodos aislados ^f			2.46																	

Nota: Solo valores significativos (razón t mayor a 2) son mostrados en la tabla.

a Reciprocidad modela la tendencia de los lazos a ser recíprocos.

B Caminos cerrados modela la tendencia para dos caminos a ser cerrados.

c Conectividad Múltiple modela la tendencia de nodos a estar conectados por muchos caminos de dos lazos.

d Difusión de popularidad modela la distribución del grado de entrada de los nodos.

e Actividad de difusión modela de la distribución del grado de salida de los nodos.

f Nodos aislados modela la tendencia de nodos sin conexiones.

Reciprocidad fue significativo en 18 de las 20 redes, indicando que las referencias de amistad son más probables a ser recíprocas

Caminos cerrados fue significativo y positivo en todas las redes y conectividad múltiple fue significativo y negativa en 18 de las 20 redes, indicando que hay una tendencia para “ un amigo de un amigo a convertirse en un amigo y que la red tiende a formar clusters o comunidades de amigos

Comportamientos relacionados con la obesidad en redes de amistad en niños

Efectos a nivel de nodo (enviado, recibidos e interacción) de los 20 redes de amistad en colegios

Parameters		Networks																			
Attribute		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
Sex	Sender		-0.58		-1.13		-0.61			-0.64	-0.63					-0.81	-0.77				-0.65
	Receiver				-0.72	-0.57	-0.89			-0.93		-1.02	-0.56	-0.62	-1.29	-0.82	-1.29		-1.08	-0.40	
	Interaction	0.36	0.58	0.36	1.83	0.67	1.37	0.30		1.41	0.64	1.29	0.61	0.48	1.29	1.41	1.98		0.97	0.42	0.67
Weekend Screen time	Sender																				
	Receiver																				
	Interaction																				
School day Screen time	Sender																				
	Receiver																				
	Interaction																				
Physical Activity by Accelerometer	Sender							0.44													
	Receiver	-0.37																		0.38	
	Interaction											0.31									
Physical Activity Self-Reported	Sender						0.43											1.35			
	Receiver																				
	Interaction																				
None of These	Sender															-0.55					
	Receiver													-0.75							
	Interaction					0.68								1.07		0.42					
Dance/Martial Arts	Sender																				
	Receiver																			-0.34	
	Interaction																0.28			0.36	

Nota: Solo valores significativos (razón t mayor a 2) son mostrados en la tabla.

Un estimado positivo significa que el efecto es más probable que el azar

Un estimado negativo significa que el efecto es menos probable que el azar

Tiempo medio por semana en juegos en computador o juegos de video es basado en el tiempo promedio gastado en estas actividades.

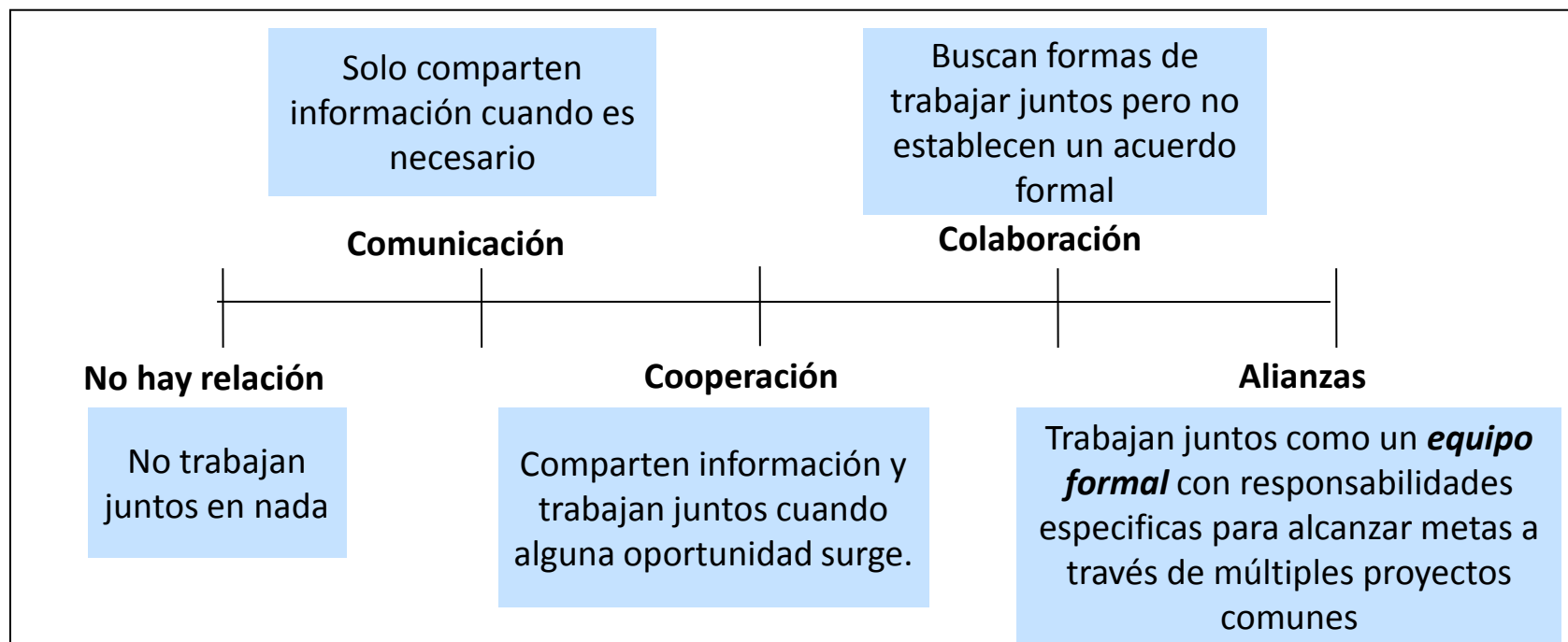
El estado nutricional fue calculado basado en z score del IMC

AF por acelerometria es basada en los minutos gastados en actividades físicas de moderadas hacia vigorosas (AFMV)

Los lazos de Amistad de los niños no estuvieron basados en el estado nutricional, cumplimiento de las recomendaciones de AF, actividades organizadas o comportamientos sedentarios. Sin embargo, estos estuvieron segregados por el sexo.

Relación: Existencia de arcos entre las organizaciones (Variable dicotómica).

Integración: Describe la relación actual entre la organización y cada una de las otras organizaciones.



La medida de integración fue adaptada de los trabajos de Harris et al. (2008) and Slonim et al. (2007).

Relación: Existencia de arcos entre las organizaciones (Variable dicotómica).

Integración: Describe la relación actual entre la organización y cada una de las otras organizaciones.

Contacto (frecuencia): semestral o anual (1), trimestral(2), mensual (3), semanal (4), Diario (5).

Importancia: Rango de respuestas de 1 a 5 (No importante hasta extremadamente importante)

Liderazgo: Indica cuál organización podría ser líder en la Ciclovía

Atributos organizacionales: Numero de años que la organización estuvo involucrada con el programa de la Ciclovía, el sector en el cual fue clasificada la organización y las principales barreras que dificultan la integración

Entendiendo la estructura inter-organizacional de un Sistema de salud

ERGM (Variable dependiente: Integración)

Coeficientes	Modelo 1: Modelo Nulo			Modelo 2: Predictores de atributo			Modelo 3: Predictores estructurales y de atributo			Modelo 4: Predictores estructurales y de atributo (Importancia)		
	Logit	Std. Error	Odds	Logit	Std. Error	Odds	Logit	Std. Error	Odds	Logit	Std. Error	Odds
Lazos	-2,04***	0.13	0,11	-2,58***	0,257	0,071	-19,52	15990	0	-4,32***	1,077	0,013
Años trabajando en la Ciclovía (nodeicov) †				0,02*	0,008	0,51	0,001796	0,014	0,5	-0,00557	0,013	0,5
Años trabajando en la Ciclovía (nodeocov) †				0,013	0,008	0,5	-0,08***	0,0165	0,48	-0,08***	0,016	0,48
Sector				-0,126	0,454	0,47	-1,04	0,7363	0,26	-1,568*	0,7845	0,1724
Contacto							21,54	15990	1			
Importancia							0,28	1,9	0,57	6,7***	1,183	0,9988
GWdegree ‡							-1,02	0,866	0,265	-1,39	0,803	0,1993
GWODEgree ‡							-3,365***	0,216	0,033	-3,485***	0,203	0,03
GWESP (Clustering) §							0,289***	0,03	0,57	0,284***	0,028	0,57
GWDSP (Equivalencia estructural)							0,0295**	0,01	0,51	0,04***	0,009	0,51
Ajuste del modelo	Likelihood	AIC	BIC	Likelihood	AIC	BIC	Likelihood	AIC	BIC	Likelihood	AIC	BIC
	-214,1	430,21	434,61	-210,03	428,05	445,6	-50,09	120,2	164,2	-55,48	128,96	168,54

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$. AIC (Akaike Information criteria) BIC (Bayesian Information criteria)

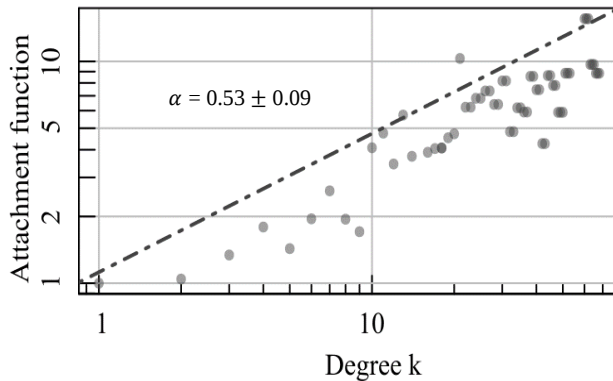
† Este termino adiciona un estadístico simple de red al modelo igual a la suma de los valores para el atributo in los nodos (i) and (j) para todos los lazos (i; j) en la red. Para redes dirigidas se debe usar nodeicov and nodeocov.

‡ Geometrically weighted degree statistic (GWD) captura la tendencia de organizaciones con alto grado para forma relaciones con otros. Para redes dirigidas se debe usar GWdegree and GWODEgree.

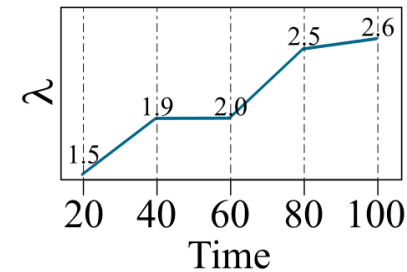
§ Geometrically weighted edgewise shared partner (GWESP) captura la tendencia para organizaciones que comparten un lazo a formar triángulos completos con otras organizaciones en la red.

|| Geometrically weighted dyad-wise shared partner (GWDSP) captura la tendencia de un par de organizaciones a compartir lazos con los mismos socios.

Temporal network: Preferential attachment



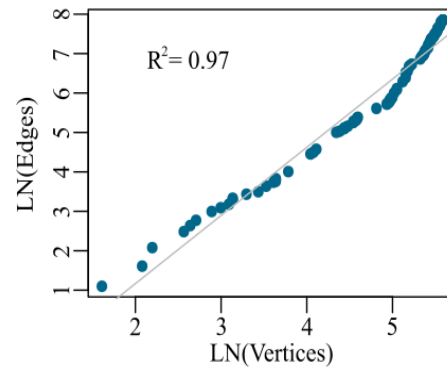
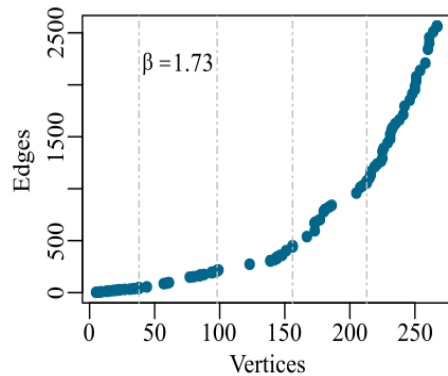
- A **sub-linear preferential** attachment behavior, with a value of slope $\alpha = 0.53 \pm 0.09$ less than one.
- The degree distribution among windows followed an exponential distribution.[1]



- Preferential attachment behavior in the last 3 windows, when $2 < \lambda < 3$
- Super connected nodes make the pathways shorter **for the information flow** inside the network.[2]



Red temporal: Crecimiento de la cohesión



- The cohesion pattern presents a **super linear growth** ($\beta > 1$).
- The network has an innovative behavior creating social capital inside the Facebook network of the program.

Bettencourt LM a, Lobo J, Helbing D, Kühnert C, West GB. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007;104(17):7301-7306. doi: 10.1073/pnas.0610172104.

