

Modulo 1 - Introducción a la Teoría de Redes Sociales

Jorge Fábrega

Versión 2023

Algunos patrones empíricos

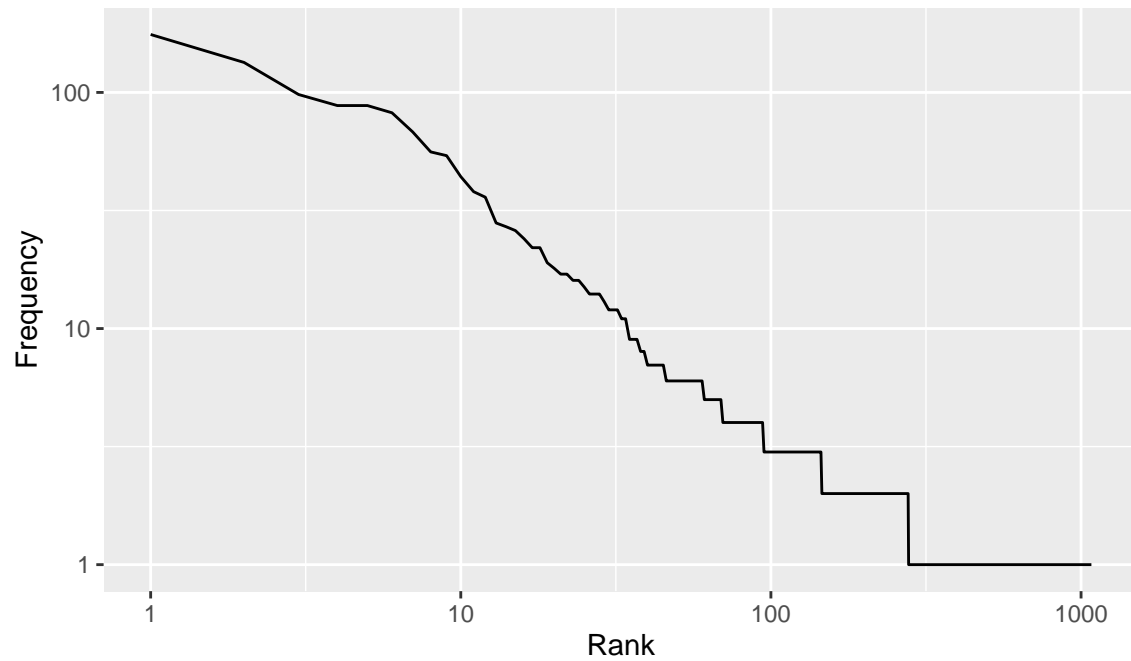
1. **Distribución de la Población de las Ciudades:** Pocas ciudades congregan mucha población y muchas ciudades juntan poca población. Ciudades de Chile
2. **Distribución de la Riqueza:** Unas pocas personas poseen la mayoría del capital, con la distribución de la riqueza siendo un ejemplo clásico de una distribución desigual.
3. **Rutas de Aeropuertos:** Hay unos pocos aeropuertos principales con muchos destinos (hubs mayores), pero la mayoría de los aeropuertos tienen sólo unos pocos destinos.
4. **Destinos de Viaje de Santiaguinos:** Si hacemos un histograma de los países de destino de habitantes de Santiago cuando salen de la ciudad, constataremos que la mayoría de los viajes son dentro del país, con una cola larga de otros países visitados con menos frecuencia.
5. **Patrones Diarios de Viaje:** Los individuos pasan la mayor parte de su tiempo en dos ubicaciones principales (hogar y trabajo) con una cola larga de otros lugares visitados con menos frecuencia.
6. **Fenómenos Naturales:** Las magnitudes de los terremotos, los flujos de los ríos, las interacciones entre proteínas y el metabolismo animal también tienen distribuciones con “colas largas”.
7. **Acciones Políticas:** Un pequeño número de personas participa activamente en todas las marchas, pero la mayoría lo hace poco o nada.
8. **Tasas de Éxito de Start-ups:** El éxito de las start-ups, con un pequeño porcentaje volviéndose muy exitosas (“unicornios”) y la mayoría teniendo un éxito leve o nulo.
9. **Frecuencia de Palabras (Ley de Zipf):** Pocas palabras aparecen muchas veces, muchas palabras aparecen pocas veces, etc. Veamos como ejemplo el cuento *Una venganza* de Isabel Allende (en Cuentos de Eva Luna)

Tabla: Las 10 palabras más repetidas en el cuento “Una Venganza” de Isabel Allende.

word	n	rank
de	176	1
la	134	2
y	98	3
el	88	4
en	88	5
a	82	6
su	68	7
los	56	8
que	54	9
se	44	10

Gráficamente:

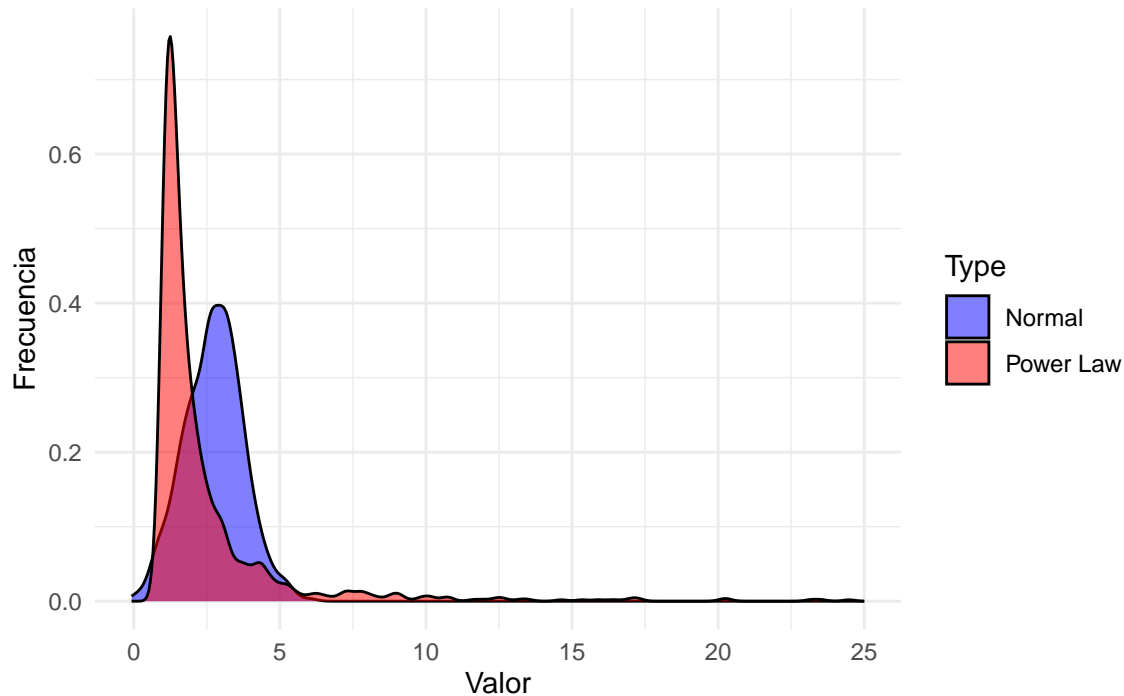
La Ley de Zipf en el cuento La Venganza de Isabel Allende



Estos ejemplos ilustran patrones que se repiten en contextos y fenómenos muy diferentes, pero que tienen en común una distribución: pocos individuos con mucha frecuencia, muchos con poca frecuencia. El fenómeno de la prevalencia de una distribución con una “cola larga” donde un pequeño número de ocurrencias son comunes y un gran número de ocurrencias son raras suele describirse como una distribución Power Law.

Power Law vs Distribución Normal

Comparación de Distribuciones Power Law y Normales



Las distribuciones Power Law son esenciales para entender redes y sistemas complejos. Por ahora, recordemos que están presentes. Más adelante explicaremos de dónde salen. En este caso, la distribución power law es $f(x) = C * x^{2.5}$ con $x \geq 1$ y la función normal utilizada en este caso es $f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}}$, donde μ es la media (2.7346123) y σ es la desviación estándar (1). Estas distribuciones se utilizaron para generar 1000 valores aleatorios en cada caso mediante las funciones `rplcon` del paquete `powerLaw` y `rnorm` de base R, respectivamente.

Sistemas complejos

Antes de entrar en los temas de las distribuciones y cómo ellas se relacionan con las características de una red, hablemos de eso que llamamos “sistemas complejos”.

Estamos rodeados de sistemas complejos (sociedades, comunicaciones, biología, etc). Estos sistemas se denominan sistemas complejos porque su comportamiento colectivo es difícil de deducir. No son complicados, son complejos. El ajedrez es complicado, pero no complejo. El comportamiento de una bandada de pájaros es un fenómeno complejo, pero no complicado. El funcionamiento de la mente humana es ambas.

La ciencia de redes busca entender estos sistemas mediante la comprensión de la interacción de sus componentes. Por lo tanto, lo primero que se debe constatar es que **la unidad de análisis** esencial en un análisis de redes es la interacción/relaciones/links entre partes (individuos), o dicho de otro modo **las entidades/nodos/individuos y sus relaciones**.

Perfectamente, un estudio puede focalizarse en un individuo específico, pero lo hace desde las interacciones en que se involucra. Por ejemplo, ese individuo puede ser un virus, pero en un análisis de redes se estudia su interacción para entender cómo se propaga etcétera.

A pesar de la diversidad, la estructura y evolución de estas redes, cuando hablamos de teoría de redes estamos ante una disciplina científica porque se ha podido constatar que hay **principios fundamentales comunes**

a ellas y se ha podido establecer un **marco metodológico o método** de análisis para estudiarlas que es replicable.

Desde la sociología, la teoría de redes sociales tiene sus raíces en la sociometría, desarrollada por Jacob Moreno en la década de 1930. La idea era representar y analizar las relaciones interpersonales a través de gráficos. Por ejemplo, la red de la figura muestra el interlocking (compartir directores) entre un set de empresas chilenas. En los colegios y liceos esta técnica se utiliza frecuentemente para saber grupos de amigos tienen los estudiantes, qué estudiantes están relativamente aislados, dentro del grupo curso cuáles son líderes negativos y cuáles son positivos, etc.

Desde las matemáticas, la teoría de grafo nace desde Euler (los puentes de Königsberg), pero fue Erdős quien le dio sistematicidad formalizando lo anterior. Así, podemos decir que una red Γ , se compone de un set de nodos $N = (n_1, n_2, n_3, \dots)$ y el set de relaciones entre los nodos $L = (l_{12}, l_{13}, l_{21}, \dots)$. Como veremos más adelante, llamar Γ a una red no es simplemente expresar en notación algebraica lo que podría decirse en palabras, sino el estudio de Γ permite descubrir propiedades matemáticas no observables a simple vista.

Por lo anterior, la teoría de redes consiste en estudiar patrones de relaciones (links) que conectan individuos, organizaciones, objetos... en términos generales: unidades o nodos. Así, podrían estudiarse como redes fenómenos tan disímiles como:

Ahora bien, una teoría de redes no es simplemente la identificación de un conjunto de nodos y sus enlaces. Su objetivo es representar matemática y estructuralmente relaciones complejas que pueden tener múltiples capas, direcciones y pesos, con el objeto de testear hipótesis y/o descubrir regularidades de los fenómenos bajo análisis. Mientras que la sociometría fue fundamental en los inicios de las redes sociales, es vital considerar la evolución metodológica y teórica del campo, así como sus intersecciones con otros campos académicos. Las

redes sociales han trascendido en su aplicación, permitiendo el análisis de estructuras organizativas, patrones de comunicación en grandes poblaciones y la dinámica de difusión de información en contextos políticos y económicos.

Ahora bien, ¿qué significa mirar a los sistemas desde las relaciones?

+ Relaciones simples y propiedades complejas



Video 1: Army Ants Droplet

Video 2: Ants Create a Lifeboat in the Amazon Jungle

En una red:

- + No hay control centralizado
- + “Sólo” interacciones locales
- + Surgen propiedades generales

Impacto Económico: De la Búsqueda Web a las Redes Sociales

- + Empresas exitosas como Google y Facebook se basan en redes.
- + Google mapea la WWW y su tecnología de búsqueda está vinculada con las características de la red.
- + Facebook y otras redes sociales usan algoritmos creados por científicos de redes.

Salud: Del Diseño de Medicamentos a la Ingeniería Metabólica

- + El Proyecto Genoma Humano fue un primer paso, pero necesitamos mapas de interacciones moleculares.
- + Surge la biología de redes y la medicina de redes para entender enfermedades y desarrollar medicamentos.
- + Empresas como GeneGo y Genomática utilizan redes para avanzar en la medicina.

Seguridad: Lucha contra el Terrorismo

- + Las agencias de aplicación de la ley usan el pensamiento de red para combatir el terrorismo.
- Ejemplos incluyen la localización de Saddam Hussein y los responsables de los atentados de Madrid en 2004.
- + Epidemias: de la Predicción a la Detención de Virus Mortales
- La ciencia de redes permite predecir la propagación de virus como la gripe y el Ébola.
- Cambio fundamental en la modelización de epidemias gracias a la ciencia de redes.

Neurociencia: Mapeo del Cerebro

- + Falta de mapas neuronales detallados para entender enfermedades neurológicas.
- + Proyectos como el Connectome buscan desarrollar estas tecnologías.

Gestión: Descubrimiento de la Estructura Interna de una Organización

- + Las redes informales dentro de una organización son cruciales para su éxito.
- + Herramientas de ciencia de redes pueden ayudar a optimizar la productividad y la innovación.

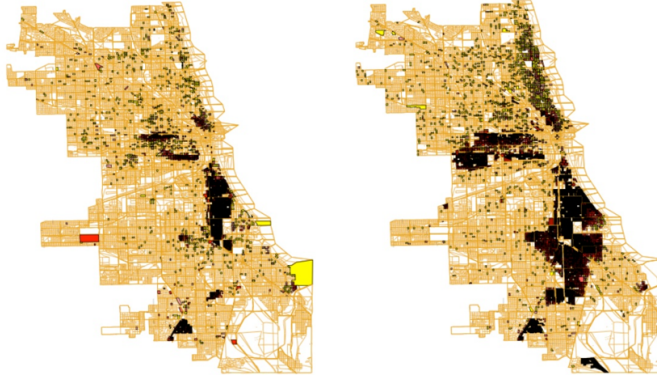
Preguntas para Reflexionar

- + ¿Deberían despedir o promover al empleado que es el “hub” más grande en la red informal de la organización?

+ ¿Cómo podemos asegurar el uso ético de las herramientas y conocimientos de la ciencia de redes?

Algunas propiedades generales

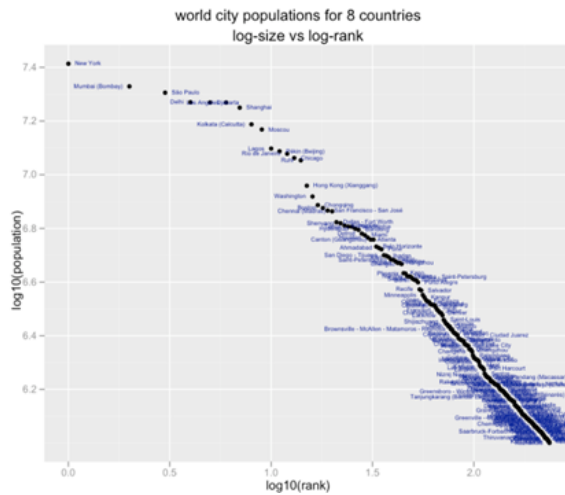
- Homofilia (clusters)



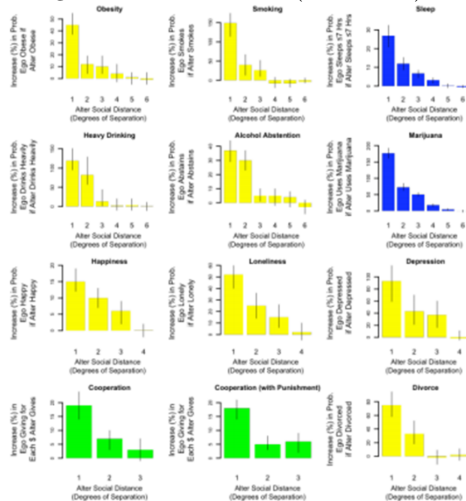
(a) Chicago, 1940

(b) Chicago, 1960

- Efecto Matthew (popularidad)



- Tres grados de influencia (influencia)



¿Cuándo es realmente útil la teoría de redes?

En principio todo nos sucede en redes

Cuando hay una teoría relevante sobre la formación de relaciones entre los nodos del tema bajo estudio

Cuando hay interacción formal e informal

Cuando hay múltiples niveles en un sistema

Cuando el acceso a información es relevante

Cuando importan los mecanismos reputacionales

Cuando hay en juego problemas de acción colectiva

Cuando hay patrones de orden pero no comando

Cuando la distribución de un output entre nodos importa

¿Cómo se genera la información para estudiar redes? - Aproximaciones: Etnográfica

Método muy eficaz para casos en que los vínculos son difíciles de observar (ej. drogas ilícitas)

- Entrevistas

Similar a etnografía en técnica, pero de menor duración.

- Encuestas

Mayor N. Ventaja de no endogeneidad entre las redes estimadas al provenir de muestras aleatorias (iid)

- Experimentos

En este caso, permite revelar redes tácitas de cooperación, pero en general hacer inferencias causales -

Webscrapping

Masividad. Nueva escala para análisis de fenómenos sociales

- Registros administrativos

Masividad y cobertura de sistemas completos

- Móviles

Masividad, granularidad, medición en tiempo real.

... y seguirán surgiendo nuevas formas y fuentes para generar datos de redes, pero lo central sigue siendo lo mismo: análisis tiene que basarse en una teoría relevante sobre la formación de relaciones