

Tarea 3: Redes Complejas y epidemias

Medel Garduño Diego

1. Proyecto 1:

1.1. Resultados:

- a) Haz la imagen de una red de 5,000 nodos (utilizando el programa yEd), utilizando $\alpha = 0.5$. Haz la gráfica de la $P(K)$ para un red de 100,000 nodos o más.

Es necesario mencionar en principio que la red fue diseñada utilizando el lenguaje de programación python, sin embargo, hubo inconvenientes al momento de general la gráfica de la $P(k)$ con 100,000, ya que el dispositivo que se utilizó no logró completar la tarea, por ello se optó por solo incluir 20,000 nodos.

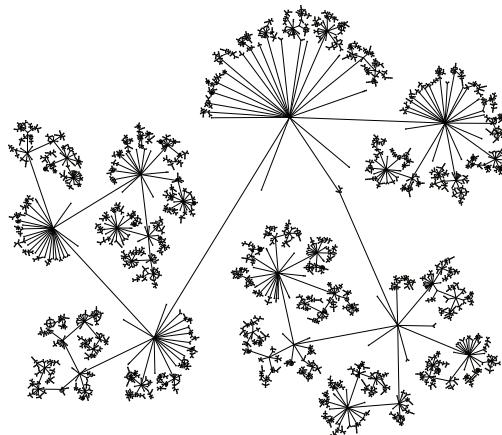


Figura 1: Diagrama de la red de 5000 nodos con $\alpha = 0.5$

En esta red se pueden apreciar ciertos nodos con un número de conexiones mayores a las de otras, este resultado puede estar sesgado, ya que al observar con mayor detenimiento, la mayoría de nodos tienen en promedio el mismo número de conexiones, solamente que la distribución espacial pareciera representar nodos con conexiones por encima de los demás.

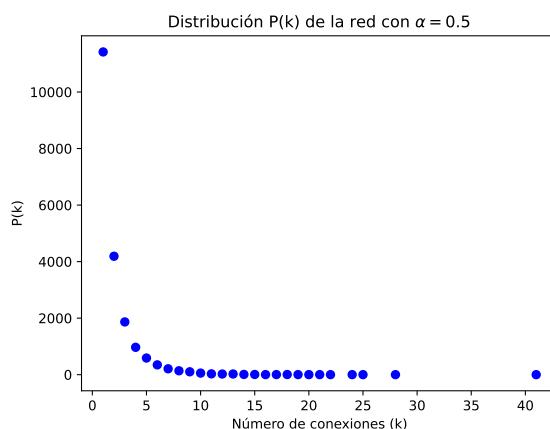


Figura 2: Distribución $P(k)$ de la red de 20,000 nodos con $\alpha = 0.5$

La figura 2 representa distribución de como se están conectado los nodos, por ejemplo, se aprecia que cerca de 1 a 2 nodos tuvieron cerca de mas de 10,000 conexiones, mientras que la mayoría de los nodos tuvieron conexiones cercanas a los 0 nodos, esto ultimo es una estimación debida a la escala considerada en la gráfica, que por la presencia de un nodo con un gran número de conexiones, hay una sobre estimación de los valores.

b) Lo mismo que el inciso anterior, pero ahora con $\alpha = 1.5$



Figura 3: Diagrama de la red de 5000 nodos con $\alpha = 1.5$

En este caso en la figura 3 se observa un red con un nodo central hiper conectado, de tal forma que pareciera que todos o la gran mayoría de los nodos adyacentes al central mantienen una conexión con este, omitiendo las conexiones entre ellos mismos. La figura mostrada no se observa con el mismo detalle que en el programa yEd, en este caso se aprecia un círculo negro, con una sección gris.

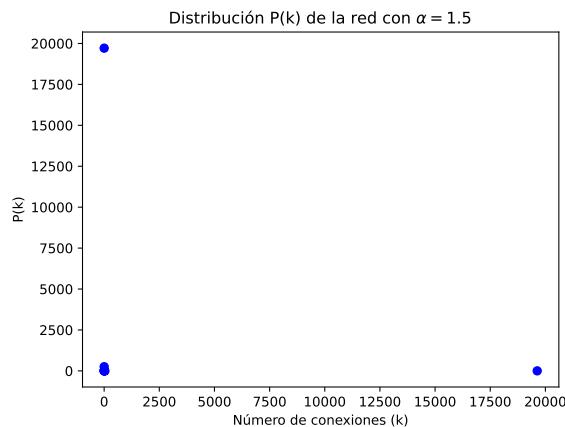


Figura 4: Distribución $P(k)$ de la red de 20,000 nodos con $\alpha = 1.5$

Por su parte la distribución de la $P(k)$ nos dice que alrededor de 20,000 nodos tienen cerca de cero conexiones y un nodo tuvo alrededor de 20,000 conexiones, lo que nos ilustra la magnitud en la que este nodo hiper conectado se relaciona con los demás nodos. Se utiliza cercano a cero debido a la magnitud del nodo hiper conectado, sin embargo, la sobre estimación de los valores producen un sesgo en la gráfica, existen dos puntos entre 0 y 2500 nodos, que tuvieron alrededor de 0 a 2500 conexiones.

2. Proyecto 2:

2.1. Resultados

a) Gráfica de prevalencia de la infección como función de la fracción V de personas vacunadas, considerando una vacunación aleatoria de la población

Para la resolución de este inciso se considero el modelo de serie temporal que indica el cambio de fase, es decir, hasta

que punto la fracción de personas vacunadas es la suficiente para la prevalencia de la infección decaiga cercana a cero. Como condiciones iniciales se considero una red de Erdos Renyi con 1000 nodos, una conectividad promedio de 5, una probabilidad de infección de 0.1, probabilidad de que una persona que previamente se infecto y curo pueda ser infectada nuevamente de 0.1 y una probabilidad de recuperación de 0.1, de igual forma, se considero que la fracción de personas infectadas es de 0.1, es decir, el 10 % de la población se encuentra infectada al tiempo $t = 0$.

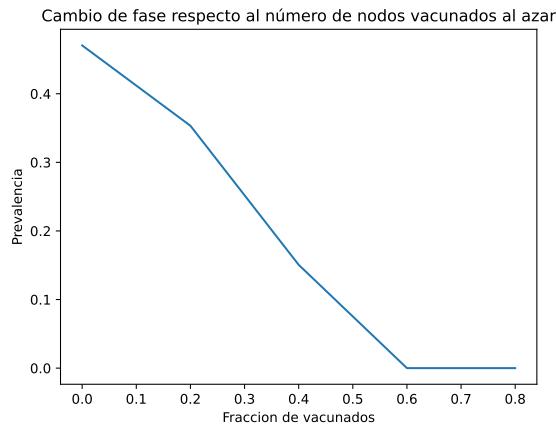


Figura 5: Prevalencia de la infección como función de la fracción de personas vacunadas

Como se puede observar en la figura 5 la prevalencia de la infección decae conforme el número de personas vacunadas aumenta, hasta el punto en el que ya no existe infección, puesto que la prevalencia se hace cero. Para este caso en que las personas fueron vacunadas de manera aleatoria, se necesito de al menos el 60 % de la población vacunada para alcanzar la inmunidad de rebaño, es decir, la infección ya no se propaga en la población.

b) Gráfica de prevalencia de la infección como función de la fracción V de personas vacunadas, considerando los **hubs** de una red de Barabasi Albert.

En este caso se considero que la manera en la que interactúan los susceptibles y infectados esta descrita por un red de enlace preferencial, la cual dictamina que existen nodos los cuales tienen una gran cantidad de conexiones por encima de otros, de esta forma, para un tiempo t dado, un nuevo nodo es más probable que se una a estos nodos de amplia conexión que en aquellos que tienen menor conexiones.

Dicho lo anterior, la estrategia utilizada esta en vacunar un fracción de la población, sin embargo, en este caso no de manera aleatoria, sino considerando el número de conexiones que tiene cada nodo. Para este caso se considero una red de Barabasi Albert con 1000 nodos, una probabilidad de infección de 0.1, probabilidad de que una persona que previamente se infecto y curo pueda ser infectada nuevamente de 0.1 y una probabilidad de recuperación de 0.1

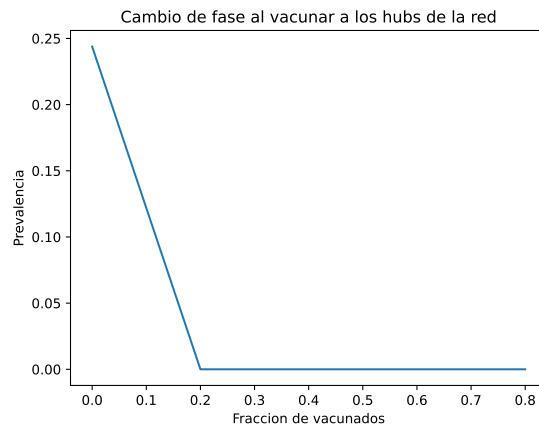


Figura 6: Prevalencia de la infección como función de la fracción de personas vacunadas

En la figura 6, a diferencia de la figura anterior, es notorio observar los ordenes de magnitud de la prevalencia, cuando se considero una distribución al azar, la prevalencia llego a tener un valor de 0.5 aproximadamente, sin embargo al considerar un red de enlace preferencial la prevalencia se mantuvo por debajo de 0.25. De igual manera en este caso se alcanzo la inmunidad del rebaño con tan solo vacunar al 20 % de la población, sin embargo, es preciso mencionar que este porcentaje de población eran nodos con una densidad de conexión elevada, los denominados super propagadores.