# Método de la Ingeniería, Problema 1

Para el primer problema de programación competitiva abordado, se realizó el siguiente seguimiento al ser aplicado el método de la ingeniería sobre este:

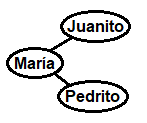
## Paso 1: Identificación del Problema

* Se requiere conocer el máximo grado de separación en una red de personas, dada la red.
* Una red de personas se conforma por distintas relaciones interpersonales entre varios individuos.
* El grado de separación entre dos personas es el número de relaciones que se deben atravesar para conectar dos personas entre sí. En caso de haber más de una forma de conectar dos personas, el grado de separación será la manera que pase por la menor cantidad de relaciones.
* El máximo grado de separación en una red de personas es el mayor grado de separación posible entre dos personas en una red.
* En caso de que existan dos personas entre las que no exista una posible conexión, sin importar qué relaciones deban ser traversas, se dice que la red de personas es inconexa.
* La solución del problema debe indicar el mayor grado de separación en distintas redes de personas dadas. En caso de que alguna red dada sea inconexa, se debe informar de este hecho.

## Paso 2: Recopilación de información

La sencillez del problema hace que esta etapa del método de la ingeniería resulte sin mayor percance.

Para empezar, se identificó que se debe conocer el máximo grado de separación en una red de personas. Esto es, el mayor número de relaciones que deban ser traversas para conectar dos personas en dicha red.  
Una red se conforma de diferentes personas y las relaciones que estos tengan. A manera de ejemplo, si Juanito conoce a María, y María conoce a Pedrito, entonces los 3 conforman una red de personas. (Se ilustra esta red en el ejemplo 1).



Ejemplo

Ahora bien, en una red de personas, un grado de separación entre dos de estas es el número de relaciones que se deben cruzar para conectar dos personas. En el ejemplo anterior, Juanito tiene un grado de separación de 1 con María, pues la conoce directamente a ella. Por otro lado, tiene un grado de separación de 2 con Pedrito, pues no le conoce directamente, pero conoce a María, quien sí le conoce, y teniendo que cruzar por dos relaciones para conectarles.

Existen redes en las que no se puede llegar desde una persona a otra sin importar las relaciones que se crucen. Estas redes se conocen cómo redes inconexas. Cómo ejemplo, en una red diferente: Primero está María, quien conoce a Juanito; mientras que, por otro lado, está Pedrito, quien conoce a Sofía. Cómo no se pueden conectar a Juanito con Sofía ni a Pedrito con María, entonces esta red es inconexa. (Se ilustra esta red en el Ejemplo 2)



Ejemplo

El máximo grado de separación en una red interpersonal es, entonces, el mayor número de relaciones que se deba atravesar para conectar dos personas cualesquiera. Cómo en las redes inconexas existen pares de personas que no se pueden conectar entre sí, entonces esta definición sólo es aplicable para las redes que no lo sean.

## Paso 3: Búsqueda de Soluciones Creativas

La solución al problema anterior fue encontrada con una lista de revisión. Los siguientes fueron los atributos que se identificaron para la solución.

* La solución tiene que ser capaz de representar una red interpersonal.
* En la red interpersonal, las personas están conectadas a través de sus relaciones.
* La solución debe identificar si la red representada es inconexa o no.
* En caso de ser una red inconexa, la solución deberá indicarlo.
* En caso de no ser una red inconexa, la solución debe ser capaz de calcular los grados de separación entre todas las personas de la red.
* Una vez calculados los grados de separación entre todas las personas de la red, la solución deberá indicar el mayor grado de todos estos.
* La solución deberá ser presentada en un programa de computación.
* La solución deberá resolver el problema con las entradas dadas en un tiempo menor a 3 segundos.

Así, partiendo de que la solución debe ser presentada en un programa de computación, se llegó a que la solución se puede lograr utilizando una estructura de datos conocida cómo grafo.

* Los grafos son estructuras de datos conformadas por nodos (o vértices) y aristas (o bordes). Estos pueden representar diferentes modelos de la realidad, y una de las aplicaciones más utilizadas de los grafos es para representar redes.
* Los nodos en un grafo vendrían a representar las diferentes personas de la red, y las aristas serían las relaciones que estas tengan.
* Los grafos se clasifican de diferentes maneras. Una de ellas es dependiendo de si el grafo es conexo o no.

Una propiedad interesante de los grafos es que, sobre estos, se puede aplicar un grupo de algoritmos para la solución de diferentes problemas. Algunos de estos se listan a continuación, junto a su propósito y su tiempo de ejecución en las peores condiciones, dado en notación asintótica. Entiéndase cómo el número de aristas en el grafo, y el número de vértices en este:

* Algoritmo de Dijkstra: Dado un nodo de un grafo, el algoritmo encuentra el camino más corto a otro nodo del mismo grafo, o a todos los demás nodos de este. En las peores condiciones, el algoritmo toma en ejecutarse.
* Algoritmo de Floyd-Warshall: Dada la matriz de pesos de un grafo, el algoritmo encuentra la distancia más corta entre todos los nodos de dicho grafo. Se puede ver también cómo el algoritmo de Dijkstra aplicado sobre todos los nodos del grafo. En las peores condiciones, el algoritmo toma en ejecutarse.
* Algoritmo de búsqueda en anchura: Dado un nodo de un grafo, el algoritmo explora todos sus nodos adyacentes (todos los nodos con una arista al nodo dado), y procede a realizar la misma búsqueda en sus nodos adyacentes. En las peores condiciones, el algoritmo toma en ejecutarse.
* Algoritmo de búsqueda en profundidad: Dado un nodo de un grafo, el algoritmo lo marca cómo visitado. Procede entonces a visitar cada nodo adyacente, marcándolo cómo visitado y repitiendo el proceso. En las peores condiciones, el algoritmo toma en ejecutarse.

Los algoritmos listados anteriormente parecen poder dar una solución al problema descrito anteriormente, por lo que serán evaluados para escoger cual de estos puede dar una solución apropiada.

## Paso 5: Evaluación y Selección de la Mejor Solución

Los algoritmos de búsqueda, tanto en profundidad cómo en anchura, son más bien utilizados para recorrer un grafo, por lo que han sido descartados.

Por otro lado, los algoritmos de Dijkstra y de Floyd-Warshall, son utilizados para encontrar los caminos más cortos entre nodos en un grafo. Si se construye un grafo en el que los nodos son las personas, y las relaciones son las aristas, cada una con un peso de 1, entonces se puede construir una matriz de pesos del grafo representativo de la red interpersonal dada.

Ahora bien, cómo lo que se busca es encontrar un grado de separación, el algoritmo seleccionado debe ser capaz de calcularlo. Cómo se esta asumiendo que todas las aristas del grafo (relaciones entre las personas) tienen un peso de 1, se puede entender el grado de separación cómo el camino más corto entre un nodo y otro, por lo que los algoritmos de Floyd-Warshall y de Dijkstra se muestran cómo los más aptos para esta solución.

Sin embargo, el algoritmo de Dijkstra es uno que requiere aplicarse sobre un nodo dado, lo que encontrará los caminos más cortos a todos los demás nodos del grafo que se genera. Bajo esta premisa, se llega a que este algoritmo no encontrará necesariamente los caminos más cortos entre todos los nodos del grafo, por lo que quedarán algunos grados de separación sin considerarse. Además, su resultado es una lista con los caminos más cortos entre el nodo dado y los demás, por lo que no se encontrará el valor numérico (grado de separación) deseado.

Por otro lado, el algoritmo de Floyd-Warshall es uno que busca los caminos más cortos entre todos los nodos de un grafo, por lo que todos los grados de separación son considerados para el algoritmo. Además, cómo su salida es la matriz de pesos en el algoritmo con los caminos más cortos entre los vértices, bastará con buscar el mayor valor en ella para obtener el máximo grado de separación en la red representada por el grafo; y, en caso en que el grafo sea inconexo, entonces la salida de esta búsqueda será un peso infinito, lo que indicaría una red inconexa.

Por estas razones, se escogió que el algoritmo de Floyd-Warshall es el más apropiado para la solución del problema antes descrito.

## Paso 6: Preparación de informes y especificaciones

Especificación del problema: (En términos de entrada/salida)  
*Problema:* Encontrar el mayor grado de separación en una red interpersonal.  
*Entrada:* Una red interpersonal, representada por personas y las relaciones entre estas.  
*Salidas:* El mayor grado de separación en la red interpersonal, o un indicativo en caso de que la red sea inconexa.

Consideraciones:  
La solución al problema descrito debe ser dada en un programa de computadora que implemente el algoritmo de Floyd-Warshall, considerando el caso en que el grafo construido por la red dada es inconexo o no.

Pseudocódigo del Algoritmo para dar solución:

Solve(input)

G = Graph(input)

A = G.WeightMatrix();

A = FloydWarshall(A);

Max = -1;

For I to A.Columns

For J to A.Rows

If(a[I][J] > Max)

Max = a[I][J];

If Max = ∞

print “DISCONNECTED”;

else

print “Network : “ + Max;