

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DE LA RED SOCIAL VIRTUAL FACEBOOK

Gámez, Julián – LU133085

Varela, Agustina – LU131060

Ingeniería en Informática

Tutor:

Oliveros, Alejandro, Universidad Argentina de la Empresa

Octubre 27, 2015



UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Resumen

Las relaciones y las redes sociales son un componente clave en la vida de los seres humanos, el cual siempre se vio limitado temporal y espacialmente.

En la actualidad, con la emergencia de Internet, las redes han evolucionado, permitiendo a las personas organizarse en las, a partir de ahora llamadas, redes sociales virtuales. Estas divergen de las redes sociales convencionales en la utilización de tecnologías para facilitar la comunicación. Las redes sociales virtuales permiten a las personas acceder y compartir información sobre diferentes áreas de interés, realizar publicaciones implicando a uno o más individuos, iniciar conversaciones y muchas otras diversas funcionalidades. Todas ellas tienen como fin vincular a las personas.

De esta evolución en la forma de socializar de los seres humanos se desprende el objetivo del presente trabajo. Realizar un análisis sobre los diferentes individuos involucrados dentro de una red social virtual, los roles que estos representan y las relaciones entre cada uno de ellos. Para ello, se identifican los distintos tipos de redes que existen y sus características, los diferentes métodos de análisis de redes sociales y las formas de representarlas gráficamente.

Posterior a dicho análisis, se desarrolla un prototipo de una herramienta que substraer información de Facebook y permite realizar un estudio sobre un conjunto acotado de personas. Mediante el mismo, se permite a un usuario arribar a una serie de resultados en base a las relaciones entre los individuos que conforman el universo de muestreo. El presente desarrollo utiliza variables para poder arribar a una cuantificación de la relación, construyéndose luego, un grafo que representa las vinculaciones y la fuerza entre cada una de ellas.

Tanto la información en común entre los usuarios como el grafo que representa la red, constituyen una herramienta que permite obtener resultados sobre los comportamientos y preferencias de las personas, otorgándole flexibilidad a quien lleva a cabo el análisis para poder alterar las ponderaciones de las variables con el fin de obtener resultados precisos acotados a su búsqueda.

Abstract

Relationships and social networks are a key component in the life of mankind, which have always been limited both in space and time.

Nowadays, with the massiveness of Internet, networks have evolved, allowing people to organize themselves in virtual social networks. These are different from the previous social networks because they introduced the use of technology to improve communication. Virtual social networks provide people with a tool to access and share information on different areas of interest, create content getting other people involved, start conversations and many other functionalities which share the same goal: link people.

From this socializing evolution comes the main objective of this thesis. Analyze the different individuals involved in a virtual social network, the roles that each of them take and the relationships between them. In order to do so, a research takes place involving the different types of social networks and their specifications, the different methods to analyze them and the ways to graphically represent them.

After that analysis, a prototype tool is developed, which takes information from Facebook and allows the user to study a limited set of people. That study ends up in a set of conclusions based on the relationships between the individuals that exist in the sampling universe. The current development uses variables to be able to quantify the relationship, so that the data works as the input on a graph that represents graphically the relationships and the weight of each one of them.

The graph that represents the virtual social network and the common preferences between the users constitute a tool that allow the user to extract information about behavior and shared likes, giving as well flexibility to adjust the weights of the variables so that the results can be as accurate and helpful as possible.

Contenidos

Resumen	2
Abstract	3
1. Introducción	7
2. Red social.....	8
Definición y fines	8
Evolución	10
3. Representación de una red social.....	15
Elementos.....	15
Vértices o nodos	15
Aristas	15
Ciclos y caminos hamiltonianos	16
Definición de grafo	16
Topologías.....	18
Tipos.....	20
Estructuración de los datos	21
Matrices de incidencia	21
Matrices de adyacencia.....	22
Listas de incidencia.....	23
Listas de adyacencia	24
Caracterización	25
Grafos simples	25
Grafos completos	25
Grafos bipartitos	26

Grafos planos	26
Grafos conexos	27
Árboles.....	27
4. Algoritmos de caminos mínimos	28
Dijkstra.....	28
Floyd-Warshall.....	29
Bellman-Ford	30
5. Clasificación de las redes sociales	31
Por su público.....	31
Por los sujetos principales de las relaciones	32
Por su localización geográfica	32
Por su plataforma	32
6. Análisis de Redes Sociales	33
Métodos.....	33
Método Socio-céntrico.....	33
Método Ego-céntrico	35
7. Análisis de un caso: la red social Facebook	36
Antecedentes	36
Funcionalidades principales ofrecidas	37
Herramientas de desarrollo: Graph API.....	38
8. Análisis del prototipo a construir.....	40
Requerimientos funcionales	40
Requerimientos no funcionales	40
Variables tenidas en cuenta.....	41
Procedimiento de extracción y presentación de los datos.....	43

Diagramas del procedimiento	47
9. Implementación del prototipo.....	50
Alcance del prototipo	50
Hardware utilizado	55
Diagrama de Base de Datos	55
Diagrama de Clases.....	63
10. Funcionalidad	71
Procesamiento de la Información.....	71
Configuración de Pesos.....	72
Información de los Usuarios	77
Información de las Relaciones	80
Cálculo de Caminos Mínimos.....	89
11. Conclusiones	92
12. Bibliografía.....	95
13. Anexos.....	97
Anexo A - Diagrama de Base de Datos	97

1. Introducción

El objetivo del presente trabajo consiste en realizar un análisis sobre los diferentes individuos involucrados dentro de una red social virtual, los roles que estos representan y las relaciones entre cada uno de ellos y proveer un prototipo de una herramienta para facilitar el estudio de una red social acotada.

Para ello, se presentan diferentes secciones que brindan información sobre los distintos tipos de redes que existen y sus características, los diferentes métodos de análisis de redes sociales que se utilizan y las distintas formas de representarlas gráficamente.

El presente escrito cuenta con una serie de secciones teóricas, es decir, que sirven de marco teórico que servirá luego para el desarrollo de la herramienta, y una serie de secciones aplicadas al desarrollo mismo del prototipo.

A continuación se detalla brevemente qué se ofrece en cada una de las secciones teóricas. La sección “Red social” incluye definiciones de redes sociales de diferentes personas y una línea del tiempo que representa la evolución de las redes más importantes. Por otro lado, la sección “Representación de una red social virtual” incluye información sobre el uso de los grafos como método de representación de redes sociales, los elementos que los componen y los diferentes tipos que existen. “Clasificación de las redes sociales virtuales” enumera diferentes clasificaciones basadas en diferentes aspectos de las redes. El apartado “Análisis de Redes Sociales” explica los dos métodos principales para el estudio de las redes, el Ego-céntrico y el Socio-céntrico. La siguiente sección se titula “Facebook” y detalla la historia de la plataforma, sus principales funcionalidades y en que consiste la Graph API.

Una vez finalizadas las secciones teóricas, se presentan una serie de secciones aplicadas al desarrollo del prototipo. La primer sección es “Análisis del prototipo”, la cual enumera las variables que se tendrán en cuenta y procedimiento mediante el cual estas se analizarán. Una vez finalizado el análisis, se procede a la implementación, detallada en “Implementación del prototipo”, donde se expresan una serie de aclaraciones sobre la herramienta, las tecnologías utilizadas y diagramas que representan la estructura de la aplicación y los distintos casos de uso existentes.

Finalmente, las secciones “Análisis de los resultados” y “Conclusiones” expresan las conclusiones obtenidas del presente trabajo.

2. Red social

En la presente sección se incluye información sobre las redes sociales desde un punto de vista teórico, definiciones y fines y la evolución de las mismas a lo largo del tiempo.

Definición y fines

Una red social es una estructura que relaciona individuos y puede o no involucrar organizaciones. De esta definición parte el concepto de Red Social Virtual (12 La teoría de redes sociales).

Una red social virtual es aquella red social que utiliza un servicio Web para permitir a los usuarios crear sus propios perfiles para poder establecer vínculos con otros semejantes. Esto es lo que se denomina ser parte de una comunidad virtual.

Sin embargo, la definición de una red social virtual excede dicha descripción. Existen diversas definiciones dependiendo de enfoque que se esté analizando.

Autores como Hagel y Armstrong abordan una perspectiva de negocio y la definen como un *conjunto de personas que tienen la oportunidad de compartir información basada en un interés comercial en común* (Hagel J y Armstrong A, 1997).

Por otro lado Romm define a una red social virtual como *un conjunto de individuos que se comunican electrónicamente y comparten intereses en común sin restricciones de localización geográfica, interacción física u orígenes étnicos* (Romm C et al, 1997).

Desde una perspectiva sociológica, la red social virtual se define en base a sus características psicológicas o la fuerza de las relaciones establecidas en ella. Etzioni considera a dichas redes desde el aspecto cultural y emotivo, introduciendo en el análisis dos atributos. *Uno de ellos es el afecto que deposita un individuo en una relación (unión) y el otro el compromiso con un conjunto de valores compartidos, costumbres, significados y hechos históricos (cultura)* (Etzioni A, 1999).

Desde su aspecto tecnológico, *una red social virtual está vinculada con una lista de servidores web, tableros de boletines, grupos de noticias y con diversos elementos que se analizan desde su lado informático. Estos elementos son los que permiten la interacción entre los individuos que conforman las comunidades o redes sociales virtuales* (Lazar JR et al, 1999).

Además, existe la visión de que *una red social puede comportarse como un comercio electrónico, e-commerce, en la cual los actores pueden comprar y vender productos o servicios de su interés* (Preece J, 2000).

Balasubramanian y Mahajan, en cambio, optan por una vista económica y definen a una red social virtual como una *agregación de entidades caracterizadas por una agregación de personas que maximizan una utilidad en base a un objetivo en común* (Balasubramanian S y Mahajan V, 2001).

Ridings, por su parte, define a una red social virtual como *un grupo de personas que se comunican frecuentemente, por un periodo de tiempo, de manera organizada a través de Internet* (Ridings CM et al, 2002).

Cada uno de los autores mencionados tiene una definición particular de las redes sociales, ya sea debido a sus opiniones o a sus áreas de trabajo, pero lo que se puede observar es que diversas son las motivaciones que tienen los individuos para formar parte de estas redes sociales virtuales. Algunos de estos están vinculados puramente por aspectos sociales, es decir, con el fin de compartir fotos, videos, documentos, comentarios, crear grupos de interés, establecer una relación con personas del colegio, universidades, de otras nacionalidades, y múltiples motivos que determinan una lista interminable. Sin embargo, el alcance de una red social no se limita únicamente a esto, en los últimos tiempos, se ha introducido a las redes sociales en ámbitos que exceden a lo anteriormente descrito. Una red social virtual permite también el acceso a oportunidades de negocios, búsquedas laborales, contactos profesionales, etc. provocando una interrelación entre individuos desde un aspecto alejado del ocio y la diversión.

Sin embargo, es necesario recordar que las redes sociales, tanto las reales como las virtuales, están conformadas por actores que son humanos, y que es inherente a su ser el comunicarse, es por ellos que a pesar que las redes sociales virtuales presentan una diversidad enorme para la comunicación, siguen siendo pobres en cuanto a lenguajes que solo se perciben en una comunicación cara a cara. El lenguaje corporal es un claro ejemplo de lo mencionado.

Finalmente, para concluir con esta breve descripción, es importante mencionar que las redes sociales virtuales representan un enorme repositorio de información, información que resulta extremadamente valiosa para cualquier compañía que pueda acceder a ella. En las redes

sociales virtuales conviven una cantidad enorme de relaciones, preferencias, acciones, tendencias, y más información que probablemente a simple vista no sea relevante, pero que puede, sin lugar a duda, marcar el rumbo en el que puede dirigirse aquella empresa que aprenda a procesar estos datos y, en consecuencia, producir información útil.

Evolución

Interactuar con amigos y familiares a través de largas distancias ha sido una preocupación y una prioridad para los humanos desde hace siglos. Si bien las redes sociales parecen una moda reciente, sitios como Facebook son el resultado natural de muchos años de evolución los medios de comunicación social.

A continuación (Figura 1) se detallan los inventos, creaciones y avances más significativos que llevaron a que las redes sociales virtuales sean hoy en día lo que son (4 Redes Sociales: Historia de las Redes Sociales).

550 A.C.: Los primeros indicios del desarrollo de un sistema postal son del año 550 antes de Cristo en la Antigua Persia.

1792: En Francia comienza el proyecto de construcción de Claude Chappe y con la colaboración de su hermano Ignace Chappe para la primera red de telegrafía.

1865: El ingeniero escocés William Murdoch inventa el correo neumático, un sistema para enviar cartas por tubos de aire presurizado.

1890: Edwin Howard Armstrong inventa el teléfono.

1891: Nikola Tesla inventa la radio.

1969: La red de computadoras Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET) fue creada por encargo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos como medio de comunicación para los diferentes organismos del país.

1978: Se inventa el Bulletin Board System o BBS (Sistema de Tablón de Anuncios), un software para redes de computadoras que permite a los usuarios conectarse al sistema (a través de internet o a través de una línea telefónica) y utilizando un programa terminal, realizar funciones tales como descargar software y datos, leer noticias, intercambiar mensajes con otros usuarios, disfrutar de juegos en línea, leer los boletines, etc.

1979: Se inventa USENET, un sistema global de discusión en Internet, que evoluciona de las redes UUCP. Fue creado por Tom Truscott y Jim Ellis.

1985: WELL fue fundado por Stewart Brand y Larry Brilliant y es una de las comunidades virtuales más antiguas que continúa operando.

1986: Eric Thomas, un estudiante de ingeniería de París, desarrolla un programa para automatizar el manejo de listas de emails llamado LISTSERV.

1988: IRC (Internet Relay Chat), creado por Jarkko Oikarinen, es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en texto.

1994: Se crea The Palace, un programa para acceder salas de chat gráficas.

1999: Se crea Third Voice, una extensión para los navegadores que permite a los usuarios realizar comentarios sobre los sitios webs.

Sean Parker y Shawn Fanning desarrollan Napster, un servicio de distribución de archivos de música (en formato MP3).

Pyra Labs, una pequeña empresa de San Francisco, crea Blogger, un servicio que permite crear y publicar una bitácora en línea.

Se crea Epinions, un sitio web de opiniones por y para consumidores.

2001: Se crea Wikipedia, una enciclopedia libre, políglota y editada colaborativamente.

2002: Un programador canadiense llamado Jonathan Abrams crea Friendster, una red social para usuarios con gusto por los videojuegos.

2003: Mark Elliot Zuckerberg funda Facebook.

Se crea Second Life, un mundo virtual desarrollado por Linden Lab, al que se puede acceder gratuitamente Internet.

Specific Media LLC fundo MySpace, un servicio de red social.

Se crea Delicious, un servicio de almacenamiento online para compartir vínculos a sitios de internet.

2004: Ludicopr desarrolla Flickr, un sitio web que permite almacenar, buscar, organizar, vender y compartir fotografías y videos en línea.

Se crea Digg, un sitio web principalmente sobre noticias de ciencia y tecnología

2005: Antiguos empleados de PayPal crean YouTube, un sitio web en el cual los usuarios pueden subir y compartir vídeos.

2006: Jack Dorsey crea Twitter, un servicio de microblogging.

Se crea Slideshare, un sitio similar a YouTube pero de uso orientado a las presentaciones de series de diapositivas

Google alcanza un promedio de 400 millones de búsquedas diarias.

Justin Kan crea Justin.t, sitio que permite a cualquier persona transmitir videos en vivo.

2007: La empresa Davidville crea Tumblr., una plataforma de microblogging que permite a sus usuarios publicar textos, imágenes, vídeos, enlaces, citas y audio

Se crea Ustream, una plataforma online que cuenta con diversos canales que permiten la transmisión de eventos en vivo

2009: Se crea Posterous, un sitio de microblogging.

Facebook alcanza los 350 millones de usuarios activos.

Dennis Crowley y Naveen Selvadurai crean Foursquare, aplicación basada en geo localización, cuya idea principal es marcar lugares específicos donde uno se encuentra e ir ganando puntos por descubrir nuevos lugares

2010: Microsoft crea Bing, su propio buscador web.

Ben Silbermann crea Pinterest, una red social para compartir imágenes que permite a los usuarios crear y administrar imágenes en tableros personales temáticos.

Kevin Systrom y Krieger Mike crean Instagram, una red social para compartir fotos y videos.

2011: Twitter alcanza los 56 millones de usuarios.

Facebook alcanza los 550 millones de usuarios activos.

Google lanza su propia red social llamada Google+.

Estudiantes de la universidad de Stanford crean Snapchat, una aplicación móvil dedicada al envío de fotos y mensajes que se destruyen entre uno y diez segundos después de haberlos leído.

2012: Facebook alcanza mil millones de usuarios activos.

Twitter alcanza los 500 millones de usuarios.

Google+ alcanza los 400 millones de usuarios.

2013: Se lanza Vine, una aplicación desarrollada por Twitter que permite crear y publicar videos cortos.

Facebook crea su nuevo motor de búsqueda Facebook Graph Search.

3. Representación de una red social

El análisis de las redes sociales usa principalmente dos herramientas del área de las matemáticas para representar información sobre patrones de relación entre actores sociales: gráficos y matrices. Si bien existen variados tipos de gráficos, el estudio de las redes sociales utiliza principalmente los grafos.

Este método de representación cuenta con círculos con o sin etiquetas para representar a cada actor dentro de la población y líneas o aristas que los unen para representar relaciones entre ellos. Dicha adaptación de los grafos para un uso social se denomina “socio grama”.

En esta sección se detalla el uso de los grafos como método de representación de redes sociales, los elementos que los componen y los diferentes tipos que existen.

Elementos

Un grafo G , es un par ordenado de V y A , donde V es el conjunto de vértices o nodos del grafo y A es un conjunto de pares de vértices. Un vértice puede tener 0 o más aristas, pero toda arista debe unir exactamente a dos vértices. La notación $G = (V, A)$ se utiliza comúnmente para identificar un grafo. Los grafos se constituyen principalmente de tres partes: las aristas, vértices y los caminos que pueda contener el mismo grafo.

Vértices o nodos

Los vértices son uno de los dos elementos fundamentales en la construcción de un grafo. Dependiendo del contexto en el que se implementa un grafo, pueden adquirir diversos significados. Ejemplos podrían ser localizaciones geográficas o miembros de una familia.

Aristas

Las aristas son el segundo elemento fundamental en un grafo. Establecen vinculaciones entre los vértices de un grafo. En determinadas ocasiones, es necesario establecer una direccionalidad entre los vértices, luego las aristas son dirigidas. Por el contrario, si la dirección de la relación es irrelevante, las aristas son consideradas bidireccionales y la arista no dirigida.

Los grafos dirigidos contienen sus aristas dirigidas y los no dirigidos, el caso contrario.

Ciclos y caminos hamiltonianos

Un ciclo es una sucesión de aristas adyacentes y en donde, sin recorrer una arista más de una vez, se regresa al vértice de partida.

Un ciclo hamiltoniano, tiene las características propias de un ciclo, y además, indica que deben recorrerse todos los vértices una única vez, excluyendo al nodo de partida pues el mismo de regreso.

Definición de grafo

Las redes sociales pueden representarse utilizando la teoría de grafos. Lo grafos son utilizados frecuentemente para establecer de una manera sencilla los datos y la vinculación entre ellos.

Un grafo es un conjunto, no vacío, de nodos u objetos de estudios (vértices) y un conjunto de relaciones entre estos (aristas).

Entonces, la definición matemática es la siguiente:

$$G = (N, A, F) \tag{1}$$

$$N = \{N_1, N_2, N_3, \dots, N_n\} \tag{2}$$

$$A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\} \tag{3}$$

Se observa que G es la denominación para el grafo, N para el conjunto de nodos, A para el conjunto de aristas y F para la función que vincula dos nodos por medio de una arista. De esta manera, debe resaltarse que no es posible que el conjunto de nodos esté vacío, ni que no haya relaciones en el conjunto A. Esto se debe, a que no puede existir un grafo sin nodos, o sin relaciones que los vinculen.

Un ejemplo de una definición de un grafo podría ser:

$$G = (\{1,2,3,4\}, \{(a, b, c, d)\}, \{F(a) = \{1,2\}, F(b) = \{2,3\}\}) \quad (4)$$

En este grafo se observa que los nodos están numerados desde el 1 al 4 y de la misma manera las aristas desde a hasta d. Por otro lado, se distingue una función que aplicada sobre las aristas a y b, proporcionan vinculaciones entre los nodos 1 y 2, y 2 y 3 respectivamente. Además, se observa que el nodo 4 es un nodo aislado. Se llama, nodo aislado, a aquel que no forma parte de ninguna función de relación, es decir, que no parten ni llegan caminos de él.

A continuación, (Figura 2) se detalla una representación gráfica del grafo:

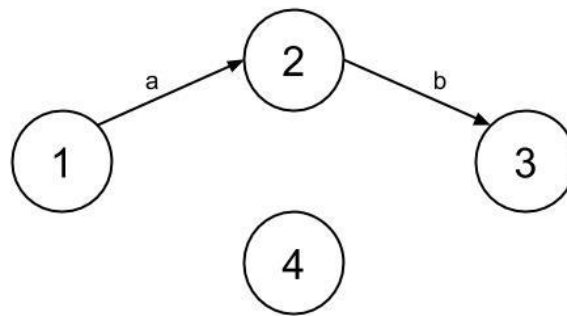


Figura 2: Grafo

Se considera que G es un subgrafo de H si los nodos de G son un subgrupo de nodos de H, y si las aristas de G son aristas de H entre los correspondientes nodos.

Por otro lado, el grado de un nodo, es el número de aristas que existen en este. Dependiendo de la direccionalidad de la estructura de datos (dirigirse a sección 3 Representación de una red social - Estructuración de los datos), el grado puede ser entrante o saliente. La primera hace referencia a la cantidad de aristas que parten del nodo y la segunda al caso contrario.

Un camino es una secuencia de nodos conectados por aristas. Un camino simple es aquel en el cual no se repiten los nodos. Además, un camino es cíclico si comienza y termina en el mismo nodo y es cíclico simple si involucra como mínimo a tres nodos repitiéndose únicamente el primer con el último nodo.

Topologías

Las redes pueden tener diferentes disposiciones o topologías. La topología de una red es la descripción de la forma en la que se conectan sus nodos. A continuación se detallan tres tipos de topologías de redes: centralizada, descentralizada y distribuida (5 Trilogía de las redes: El poder de las redes).

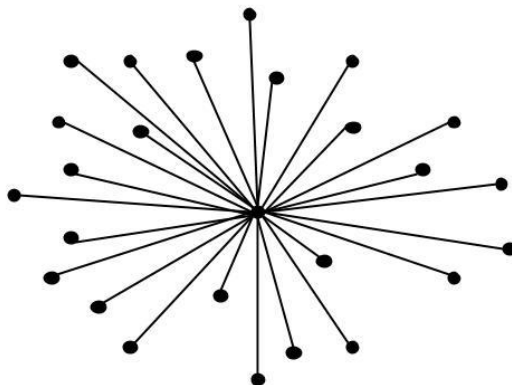


Figura 3: Red centralizada

Una red centralizada (Figura 3) se caracteriza porque todos los nodos, menos uno, son periféricos y sólo pueden comunicarse a través del nodo central. La caída del nodo central priva del flujo a todos los demás nodos.

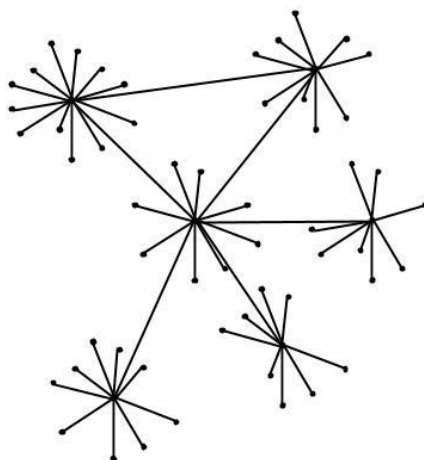


Figura 4: Red descentralizada

Por el contrario, una red descentralizada (Figura 4) está constituida por una interconexión entre los nodos centrales de varias redes centralizadas. Como resultado no existe un único nodo central sino un centro colectivo de conectores. La caída de uno de los nodos centralizadores, conlleva la desconexión de uno o más nodos del conjunto de la red mientras que la caída del nodo central produciría necesariamente la ruptura o desaparición de la red.

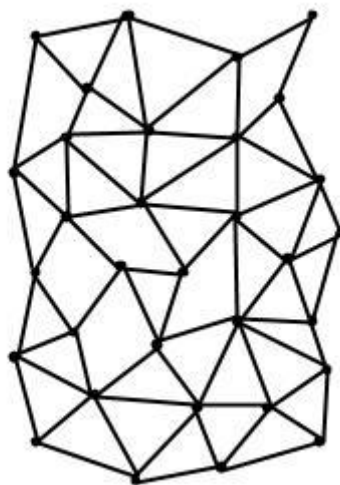


Figura 5: Red distribuida

Por último, una red distribuida (Figura 5) se caracteriza porque la extracción de cualquiera de los nodos no desconecta de la red a ningún otro. Así todos los nodos se conectan entre sí sin que tengan que pasar necesariamente por uno o varios centros locales. Desaparece la división entre el centro y la periferia y el por tanto el poder de filtro sobre la información que fluye por ella.

En el marco del presente proyecto se generará una red de tipo descentralizada, esto se debe a que representará la interacción entre diferentes personas dentro de la red social. No será centralizada porque no habrá un usuario central del cual partan todas las relaciones y no será distribuida ya que no es posible garantizar que todos los usuarios tengan conexión con todo el resto de los usuarios.

Tipos

A su vez, dependiendo del tipo de relación entre los nodos, existen dos tipos de grafos:

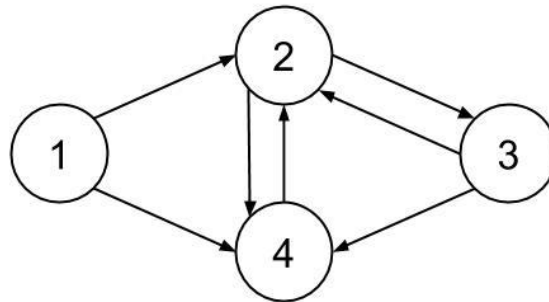


Figura 6: Grafo dirigido

Un grafo dirigido (Figura 6) todas las relaciones entre los nodos son pares ordenados, entonces la arista $(2,3)$ representa una vinculación diferentes a la arista $(3,2)$. La información que se obtiene de leer una arista desde ambas direcciones es diferente. Además, puede darse el caso en donde la relación sigue una única dirección, de modo tal que la otra es inexistente, como en el caso de la arista $(1,4)$.

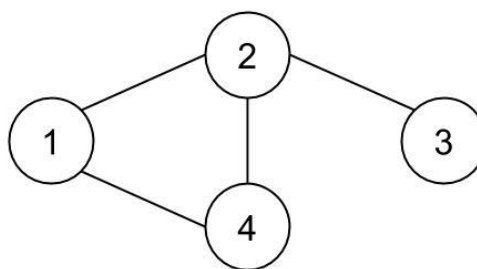


Figura 7: Grafo no dirigido

En cambio, un grafo es no dirigido (Figura 7) si todas las relaciones entre los nodos no son pares ordenados. No existe un origen y un destino, pues resulta igual comenzar desde un extremo o desde el otro. Este tipo de vinculaciones son no direccionales.

En el presente trabajo se utilizará un grafo no dirigido debido a que en la red social virtual que se intenta representar, la relación entre los usuarios es bidireccional, es decir que por ejemplo cuando dos usuarios comparten una fotografía, esta indica una interacción hacia ambos usuarios o nodos por igual.

Estructuración de los datos

Existen diferentes maneras de representar la información contenida en un grafo. A continuación se detalla en qué consisten las listas de incidencia y adyacencia y las matrices de incidencia y adyacencia (8 Grafos y 9 Representación de grafos. Matriz de incidencia. Matriz de adyacencia).

Matrices de incidencia

La matriz de incidencia es una matriz binaria, es decir, sus elementos sólo pueden ser unos o ceros, que se utiliza como una forma de representar relaciones binarias. En dicha matriz, las columnas representan las aristas del grafo, las filas representan a los distintos nodos y por cada nodo unido por una arista, se coloca un uno en el lugar correspondiente, y el resto de las ubicaciones son ceros (11 Matriz de Incidencia).

A continuación se detalla la definición formal de la matriz de incidencia:

Dado un grafo simple $H = (V, E)$ con n vértices $\{v_1, \dots, v_n\}$ y $m = |E|$ aristas $\{e_1, \dots, e_m\}$, su matriz de incidencia es la matriz de orden $n \times m$ $M(H) = (b_{ij})$, donde $b_{ij} = 1$ si v_i es incidente con e_j y $b_{ij} = 0$ en caso contrario.

A modo de ejemplo, a continuación se define un grafo (Figura 8) y su correspondiente matriz de incidencia (Tabla I):

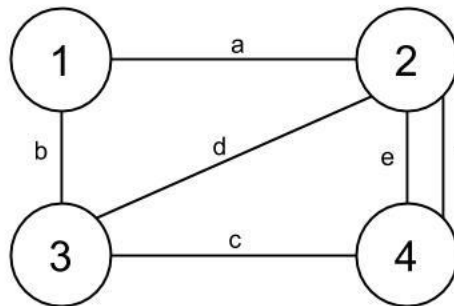


Figura 8: Grafo H para matriz de incidencia

	a	b	c	d	e	f
1	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	0	0	1	0	1	1

TABLA I: Matriz M de incidencia del grafo H

Matrices de adyacencia

La matriz de adyacencia es una matriz cuadrada $|V|_x|V|$ siendo V los vértices del grafo, cuyas entradas A_{ij} cuentan el número aristas que unen V_i con V_j .

A continuación se detalla la definición formal de la matriz de adyacencia:

Dado un grafo $G = (V, E)$ con n vértices $\{v_1, \dots, v_n\}$ su matriz de adyacencia es la matriz de orden $n_x n$, $A(G) = (a_{ij})$ donde a_{ij} es el número de aristas que unen los vértices v_i y v_j .

A modo de ejemplo, a continuación se define un grafo (Figura 9) y su correspondiente matriz de adyacencia (Tabla II):

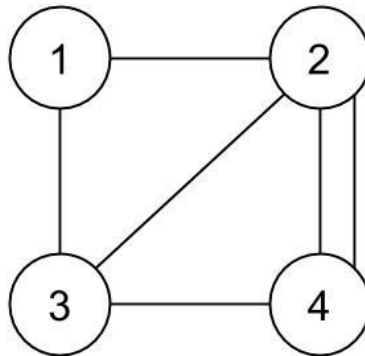


Figura 9: Grafo para matriz de adyacencia

	1	2	3	4		grado
1	0	1	1	0	=	2
2	1	0	1	2	=	4
3	1	1	0	1	=	3
4	0	2	1	0	=	3

TABLA II: Matriz de adyacencia

Listas de incidencia

En una lista de incidencia de un grafo, las aristas son representadas con un vector de pares (ordenados, si el grafo es dirigido), donde cada par representa una de las aristas.

A modo de ejemplo, a continuación se define un grafo (Figura 10) y su correspondiente lista de incidencia:

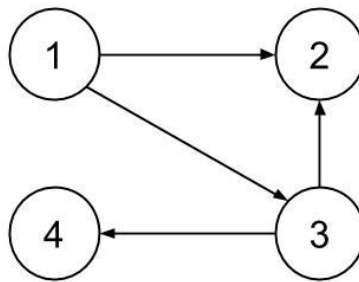


Figura 10: Grafo para lista de adyacencia e incidencia

$$L = \{\{1,2\}, \{1,3\}, \{3,2\}, \{3,4\}\} \tag{5}$$

Listas de adyacencia

Una lista de adyacencia consiste en una estructura de datos en la cual se asocia a cada vértice del grafo una lista que contenga todos aquellos vértices que sean adyacentes a él. Por lo tanto, el grafo se representa con un vector de componentes donde cada componente se representa con una lista de adyacencia correspondiente a cada uno de los vértices del grafo.

A modo de ejemplo, utilizando el grafo de la Figura 12 se define su correspondiente lista de adyacencia (Figura 11):

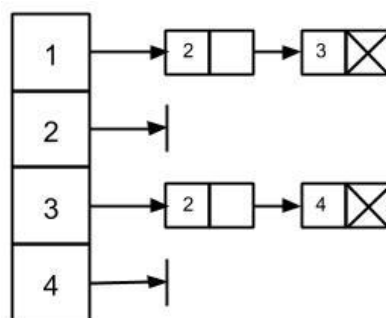


Figura 11: Lista de adyacencia

Caracterización

Existe asimismo, una clasificación de los grafos según su caracterización, es decir, según el tipo de relaciones existente entre sus aristas. A continuación se detallan y explican cada una de ellas (10 Teoría de Grafos).

Grafos simples

Un grafo es simple (Figura 12) si dos vértices cualesquiera se encuentran unidos como máximo por una arista, es decir, una arista cualquiera es la única que une dos vértices específicos.

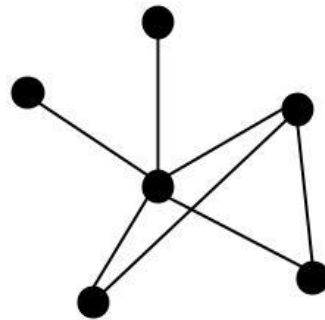


Figura 12: Grafo simple

Grafos completos

Un grafo es completo (Figura 13) si existen aristas uniendo todos los pares posibles de vértices. Es decir, todo par de vértices debe tener una arista que los une.

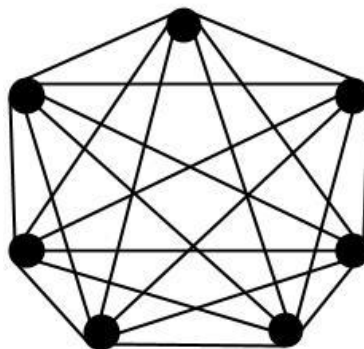


Figura 13: Grafo completo

Grafos bipartitos

Un grafo es bipartito (Figura 14) si puede expresarse como $G = \{V_1 \cup V_2, A\}$, siendo V_1 y V_2 dos conjuntos de vértices y A el conjunto de aristas. Al mismo tiempo, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- V_1 y V_2 son disjuntos y no vacíos.
- Cada arista de A une un vértice de V_1 con uno de V_2 .
- No existen aristas uniendo dos elementos de V_1 ; análogamente para V_2 .

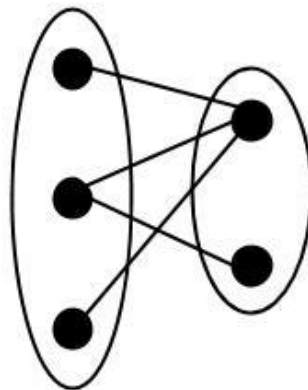


Figura 14: Grafo bipartito

Grafos planos

Un grafo es plano (Figura 15) si puede dibujarse en el plano de manera que ningún par de sus aristas se corte.

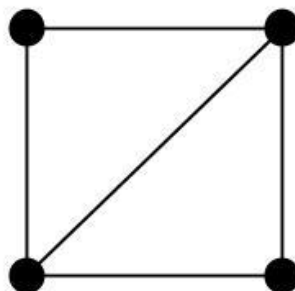


Figura 15: Grafo plano

Grafos conexos

Un grafo es conexo (Figura 16) si cada par de sus vértices están conectados, es decir, no hay ningún vértice aislado.

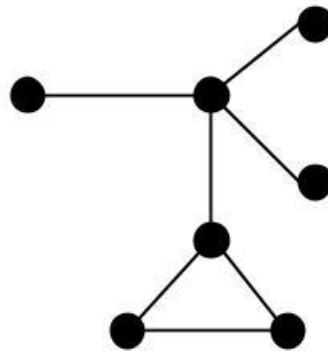


Figura 16: Grafo conexo

Árboles

Un árbol (Figura 17) es un grafo en el que cualesquiera dos vértices están conectados por exactamente un camino.

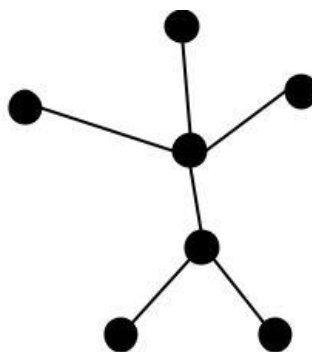


Figura 17: Árbol

4. Algoritmos de caminos mínimos

Una de las principales utilidades de los grafos es calcular la manera óptima de llegar de un nodo origen a un nodo destino. Existen una serie de algoritmos llamados algoritmos de caminos mínimos, que consisten en calcular el camino de menor costo de un nodo a otro. A continuación se detallan cuatro de ellos.

Dijkstra

Es un algoritmo que se utiliza para la determinación del camino más corto desde un vértice origen al resto de vértices en un grafo con pesos en cada arista (Sección 15 Dijkstra).

La idea de este algoritmo consiste en buscar todos los caminos posibles desde el vértice origen hasta cada uno de los vértices restantes. Una vez que estos caminos son calculados y que también son los mínimos para el par de vértices seleccionados, el algoritmo se detiene.

El algoritmo es de tipo "voraz", lo cual significa que se elige la opción óptima en cada paso del algoritmo con la esperanza de llegar a una solución general óptima al final del procesamiento. En cada iteración se elige el vértice que es el más cercano al nodo origen. El algoritmo acaba cuando no quedan vértices para recorrer, en ese punto tendremos un camino mínimo desde el nodo origen a cada uno de los restantes vértices del grafo.

A continuación se detalle el algoritmo de Dijkstra paso a paso.

Para el siguiente ejemplo se presenta un grafo dirigido ponderado de N nodos no aislados, con x como el nodo inicial, en un vector D de tamaño N se guardarán las distancias desde x al resto de los nodos, una vez finalizado el algoritmo.

1. Debido a que al principio todas las distancias son desconocidas, el primer paso es inicializar todas las distancias en D con un valor infinito relativo, exceptuando la de x que será 0 ya que la distancia de x a x sería 0.
2. Sea $a = x$. Se toma a como nodo actual.
3. Luego se recorren los nodos adyacentes de a , excepto los nodos marcados, llamaremos a estos v_i . En el paso 6 se explica que significa que un nodo este marcado.
4. Si la distancia desde x hasta v_i guardada en el vector D es mayor que la distancia desde x hasta a sumada a la distancia desde a hasta v_i , esta distancia es sustituida, es decir:

5. Si $(D_i > D_a + d(a, v_i))$ entonces $D_i = D_a + d(a, v_i)$
6. Se marca al nodo a como nodo completo.
7. Una vez finalizado el análisis del nodo a , se toma como nodo actual el de menor valor en D (esto puede determinarse almacenando los valores en una cola de prioridad) y volvemos al paso 3 mientras existan nodos no marcados.
8. Una vez terminado el algoritmo, D estará completamente lleno.

Floyd-Warshall

El algoritmo de Floyd-Warshall es un algoritmo que permite encontrar el camino mínimo entre todos los pares de vértices de un grafo dirigido ponderado en una única ejecución (Sección 17 Floyd-Warshall).

Es un algoritmo considerablemente óptimo puesto que va mejorando el camino entre dos vértices hasta que se determina que se encontró el óptimo. Este lo obtiene realizando comparaciones entre los caminos disponibles. En este sentido el algoritmo también es óptimo puesto que solo necesita V^3 comparaciones para arribar a la conclusión, considerando que puede haber hasta V^2 aristas en un grafo (siendo V el número de vértices).

Sea G un grafo y V el conjunto de sus vértices numerados de 1 a N . Sea también $caminoMinimo(i, j, k)$ una función que calcula el camino mínimo de i a j usando únicamente los vértices de 1 a k como puntos intermedios en el camino. El objetivo es encontrar el camino mínimo desde cada i a cada j usando únicamente los vértices de 1 hasta $k + 1$.

A continuación se detalla los pasos que sigue el algoritmo para cumplir su objetivo. Se obtienen dos candidatos para el camino mínimo resultante: un camino mínimo que utiliza únicamente los vértices del conjunto $(k \dots 1)$, o un camino que va desde i hasta $k + 1$, y de $k + 1$ hasta j , que es mejor. Se sabe que el camino óptimo de i a j , el cual utiliza únicamente los vértices de 1 hasta k , está definido por $caminoMinimo(i, j, k)$, y está claro que si hubiera un camino mejor de i a $k + 1$ a j , la longitud de este camino sería la concatenación del camino mínimo de i a $k + 1$ (utilizando vértices de $(1 \dots k)$) y el camino mínimo de $k + 1$ a j (que también utiliza los vértices en $(1 \dots k)$).

Por lo tanto, es posible definir a la función $caminoMinimo(i, j, k)$ recursivamente:

$$\begin{aligned}
 & caminoMinimo(i, j, k) \\
 &= \min(caminoMinimo(i, j, k - 1), caminoMinimo(i, k, k - 1) \\
 &+ caminoMinimo(k, j, k - 1)) \\
 & caminoMinimo(i, j, 0) = pesoArista(i, j)
 \end{aligned}$$

Esta fórmula es el concepto principal del algoritmo Floyd-Warshall. En resumen, se ejecuta primero $caminoMinimo(i, j, 1)$ para todos los pares (i, j) , y luego se utiliza a estos para hallar $caminoMinimo(i, j, 2)$ para todos los pares (i, j) . Este proceso continúa hasta que $k = n$, y habremos encontrado el camino más corto para todos los pares de vértices (i, j) usando algún vértice intermedio (Sección 17 Floyd-Warshall).

Bellman-Ford

El algoritmo Bellman-Ford es una variación del algoritmo de Dijkstra pero que permite aristas con pesos negativos, aunque no permite la existencia de ciclos de peso. Otra de las diferencias es que en vez de seleccionar vorazmente el nodo de peso mínimo realiza la verificación de si es posible mejorar el peso del camino obtenido y lo hace $|V| - 1$ veces, siendo $|V|$ el número de vértices existentes en el grafo. A diferencia de la solución voraz, no permite la existencia de pesos negativos en una arista, esta implementación se adapta más a casos generales donde la ejecución no está determinada por el signo de los pesos, aunque si por la existencia de ciclos negativos (Sección 16 Bellman y Ford).

5. Clasificación de las redes sociales

Si bien las redes sociales han existido desde el comienzo de los tiempos, las redes sociales virtuales, es decir, que utilizan una plataforma digital, son muy recientes. Para comprender los distintos tipos de redes sociales virtuales y el alcance de cada una de ellas, se establecieron una serie de clasificaciones. A continuación, se enumeran algunas de ellas (6 Clasificación de las redes sociales y 18 Tipos de Redes Sociales).

Por su público

- **Horizontales:** No están dirigidas a ningún tipo específico de usuario, sino que permiten la libre participación de quien así lo desee. No poseen un fin definido y distinto del de generar masificación. Los ejemplos más representativos del sector son Facebook, Instagram o Twitter.
- **Verticales:** Están dirigidas a un público determinado, es decir, son especializadas. Las personas que participan en ellas tienen un interés en común. Las redes sociales verticales se dividen en:
 - **Profesionales:** Están dirigidas a generar relaciones entre profesionales, originando así relaciones laborales. Los ejemplos más representativos son Viadeo, Xing y LinkedIn.
 - **De Ocio:** Su objetivo es congregar usuarios que desarrollan actividades de ocio en común, ya sean deportes, videojuegos, fans, etc. Los ejemplos más representativos son Wipley, Minube Dogster, Last.FM y Moterus.
 - **Mixtas:** Representa una fusión entre las dos redes anteriores. Ofrecen a usuarios y empresas un entorno específico para desarrollar actividades tanto profesionales como personales en torno a sus perfiles. Algunos ejemplos son Yuglo, Unience, PideCita.

Por los sujetos principales de las relaciones

- **Humanas:** Centran su atención en fomentar las relaciones entre personas uniendo individuos según sus gustos, aficiones, lugares de trabajo, viajes y actividades. Ejemplos de este tipo de redes los encontramos en Koornk, Youare y Tuenti
- **De Contenidos:** El centro de interés se basa en el contenido de aquello que se publica en la red social. Las relaciones se desarrollan uniendo perfiles a través del contenido publicado. Los ejemplos más significativos son Scribd, Flickr, Bebo, Friendster, Dipity, StumbleUpon y FileRide.

Por su localización geográfica

- **Sedentarias:** Son aquellas que mutan en función de las relaciones entre personas, los contenidos compartidos o los eventos creados. Ejemplos de este tipo de redes son: Rejaw, Blogger, Kwippy, Plaxo, Bitacoras.com.
- **Nómadas:** Similares a las redes sociales sedentarias pero con un nuevo factor: la localización geográfica del sujeto. Este tipo de redes se componen y recomponen en base a la cercanía entre los usuarios, los lugares que haya visitado o aquellos a los que tenga previsto acudir. Los ejemplos más destacados son: Latitud, Foursquare, Fire Eagle y Skout

Por su plataforma

- **Metaverso:** Estas redes sociales pertenecen al universo de los videojuegos, y son también denominadas MMORPG o Videojuego de rol multijugador masivo en línea. En estas redes normalmente existe un entorno de ficción donde los humanos interactúan social y económicamente, moviéndose para ello dentro del soporte de un ciberespacio. Algunos juegos dentro de esta categoría son: World Of Warcraft, Second Life, Lineage, Gladius y Travian.
- **Web:** Su plataforma de desarrollo está basada fuera del ámbito lúdico. Algunos ejemplos representativos son: MySpace, Friendfeed y Hi5.

6. Análisis de Redes Sociales

El interés en el análisis de las redes sociales virtuales ha crecido fuertemente en los últimos años, y por ende también ha aumentado el desarrollo de métodos que permiten recolectar y visualizar información de redes sociales para analizar las relaciones entre las personas, grupos y organizaciones (1 Computational Social Network Analysis).

Métodos

El objetivo de los métodos para recolectar información de las redes sociales virtuales es proveer un conjunto de datos que permita analizar los efectos que la red tiene en los diferentes aspectos de las actividades sociales tanto en los individuos como en su interacción.

Los principales métodos utilizados para recolectar son el Socio-céntrico y el Ego-céntrico.

Método Socio-céntrico

El método Socio-céntricos analiza las relaciones entre los actores y permite estudiar la estructura de la red social en sí. La colección de datos consiste en tres etapas. La primer etapa consiste en analizar las relaciones entre cada uno de los actores de la Red Social Virtual. Los tipos de relaciones deben ser analizados teniendo en consideración la naturaleza de los vínculos, en particular, en referencia a:

- Fuerza: frecuencia, duración y estabilidad de la relación en el tiempo
- Confirmación: grado en el cual el actor replica la misma relación con otros, en un área de contenido específica
- Multiplicidad: grado en el cual un actor tiene diferentes roles en la Red Social Virtual

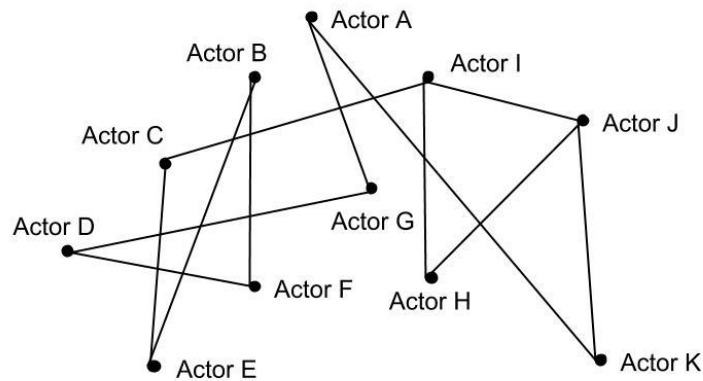


Figura 18: Método de análisis Socio-céntrico

El segundo paso determina la existencia de subgrupos y si ciertos roles tienen impacto dentro de la Red Social Virtual. Finalmente, el tercer paso consiste en analizar las características generales de la red, datos como el tamaño y la densidad, es decir, la cantidad de relaciones dentro de la red.

Estas etapas requieren que cada individuo responda una serie de preguntas sobre cada actor de la red, cuyas respuestas se cuantifican y se transforman en un conjunto de matrices (Figura 19).

	Actor A	Actor B
Actor A	1	4
Actor B	2	3

Figura 19: Matriz utilizada para el análisis Socio-céntrico

La matriz está compuesta por filas y columnas que representan a todos los actores de la red. Cada celda representa la respuesta dada por el primer actor sobre el segundo actor. Este tipo de encuestas se realizan sobre grupos de 20 a 50 personas, y permiten a los investigadores analizar cuán bien se conocen los actores dentro de una red.

Sin embargo, cuando los grupos son grandes, el método Socio-céntrico tiene un valor limitado debido a las limitaciones del software y el poder de procesamiento.

Método Ego-céntrico

El método Ego-céntrico se basa en los individuos y no en la red como un todo. Esto permite seleccionar actores específicos e identificar con qué nodos se conectan.

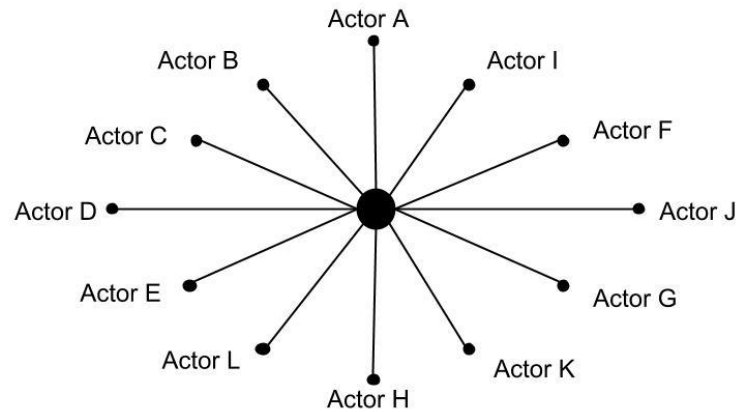


Figura 20: Método de análisis Ego-céntrico

El comienzo de este método consiste en identificar un actor y sus conexiones con el resto de los nodos dentro de la red. El número de relaciones establece cuán central es el actor dentro de la red social. Un número alto de relaciones establece que el actor tiene un rol fundamental dentro de la red social virtual; por el contrario, si este número es bajo, significa que este actor no es principal dentro de la red y, por consiguiente, probablemente no tenga un rol relevante dentro de la misma.

7. Análisis de un caso: la red social Facebook

Para realizar el análisis de una red social, en el presente trabajo se toma el caso de Facebook, extrayendo actores y sus interacciones y obteniendo conclusiones en base a estas. La elección de la red social virtual fue el resultado de una evaluación entre varios candidatos disponibles, entre ellos LinkedIn, Google+, Twitter y demás. Sin embargo se consideró que Facebook proveía una gran cantidad de información y de diferentes tipos, posibilitando un análisis más detallado y completo con respecto a las otras alternativas. Además, ambos autores del presente trabajo son usuarios habituales de esta plataforma, lo que conlleva a una mayor experiencia y conocimiento de las funcionalidades que brinda la aplicación. A continuación se detalla la historia de Facebook y sus principales funcionalidades.

Antecedentes

El inicio de Facebook se remonta a la creación de Facemash el 23 de octubre de 2003 por cinco estudiantes de Harvard: Mark Zuckerberg y algunos de sus compañeros de universidad, entre los que se encontraban Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz, Andrew McCollum and Chris Hughes (13 The Ultimate History of Facebook). Dicha herramienta permitía a los estudiantes de Harvard comparar fotos de otros estudiantes y votar por el que consideraban más bello.

Si bien la universidad obligó a los alumnos a dar de baja el sitio pocos días después, su rápida y gran popularidad demostró que a la gente le gustaba utilizar internet para ver fotos de personas que conocen.

En Enero de 2004, Mark Zuckerberg registró el dominio 'thefacebook.com', con el objetivo de crear un sitio en el cual los usuarios puedan contactarse y compartir contenido. Solo 24 horas luego de su lanzamiento, la aplicación ya contaba con 12000 usuarios registrados.

Poco tiempo luego del lanzamiento del sitio, el creador de Napster, Sean Parker, se puso en contacto con Mark Zuckerberg para participar en la compañía de la cual luego sería presidente. El fundador de PayPal, Peter Theil, también participó en el proyecto, con una inversión de 500000 dólares a cambio del 10,2% de la compañía. El 30 de diciembre de 2004 la herramienta ya había cambiado su nombre a 'facebook.com' y ya contaba con más de un millón de usuarios registrados.

A mediados de 2007 lanzó las versiones en francés, alemán y español principalmente para impulsar su expansión fuera de Estados Unidos. En enero de 2013, Facebook llegó a los 1230 millones de usuarios.

Funcionalidades principales ofrecidas

A continuación se detallan algunas de las funcionalidades principales de Facebook: (7 La historia de Facebook completa):

Amigos: el concepto de amigo en Facebook es probablemente la funcionalidad más importante dentro de la herramienta, ya que sin ella no existiría la inmensa red de relaciones con la que Facebook cuenta. Un amigo en Facebook consiste en que el usuario A le envía una solicitud de amistad al usuario B, pidiéndole acceso así a su perfil, fotos y publicaciones, dependiendo de la configuración de privacidad que tenga el usuario B. Cuando dicha solicitud le llega al usuario B, este puede rechazarla o aceptarla. Si la acepta, entonces el usuario A y el usuario B se encuentran ahora conectados.

Muro: el muro es un espacio en cada perfil de usuario que permite que los amigos escriban mensajes para que el usuario los vea. Sólo es visible para usuarios registrados y permite ingresar imágenes o videos en las publicaciones.

Fotos y videos: los usuarios pueden publicar, tanto en su muro como en el muro de un amigo o grupo, fotos o videos, haciéndolos visibles para todos los usuarios que tengan acceso a dicho muro.

Lista de Amigos: en ella el usuario puede agregar a cualquier persona que conozca y esté registrada, siempre que acepte su invitación. En Facebook se pueden localizar amigos o agregar otros nuevos con quienes intercambiar fotos o mensajes. Para ello, el servidor de Facebook posee herramientas de búsqueda y de sugerencia de amigos.

Páginas: esta utilidad se trata de reunir personas con intereses comunes. Estas son creadas con fines específicos y se utilizan para representar entidades que no necesariamente son personas, como por ejemplo marcas, empresas o personajes ficticios.

Grupos: los grupos, al igual que las páginas, se utilizan para reunir a personas con intereses similares. En ellos se pueden añadir fotos, vídeos y mensajes y contienen foros de discusión. Además, los grupos también tienen su normativa, entre la cual se incluye la prohibición de grupos con temáticas discriminatorias o que inciten al odio y falten al respeto y

la honra de las personas. Es por este motivo que existe la opción de denunciar y reportar los grupos que vayan contra esta regla, por lo cual Facebook incluye un enlace en cada grupo el cual se dirige hacia un cuadro de reclamos y quejas.

Aplicaciones: son aplicaciones que se ejecutan dentro de Facebook. Dichas aplicaciones son creadas por los usuarios, y para esto es necesario pasar por un proceso de aprobación de Facebook. Una vez que Facebook aprueba la solicitud de publicación, esta puede ser vista y utilizada por todos los usuarios.

Juegos: los juegos son aplicaciones con fines lúdicos, en los cuales los usuarios pueden competir con otros usuarios y compartir puntajes.

Herramientas de desarrollo: Graph API

Gran parte del fuerte crecimiento de Facebook se debe a las herramientas que ofrece para los desarrolladores. Para poder desarrollar aplicaciones que integren con Facebook, es decir, que utilicen datos de los usuarios, fotos, videos o sus preferencias es necesario contar con una herramienta que permita dicha extracción de información y posterior análisis.

Para permitir este procedimiento, Facebook desarrolló una herramienta denominada Graph API o API del Grafo Social. Una API o Interfaz de programación de aplicaciones es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. De este modo, cualquier aplicación de terceros que quiera interactuar con Facebook simplemente deberá tener acceso a la Graph API.

Graph API es la vía principal para almacenar y obtener información de Facebook (3 Graph API). Es una API basada en el protocolo HTTP que permite obtener información de los usuarios, crear nuevas entradas en sus muros, subir fotos y muchas otras funcionalidades. HTTP o Protocolo de Transferencia de Hipertexto, es una serie de estándares que permiten a usuarios de internet intercambiar información. Al acceder a una página con prefijo `http://` se le indica al navegador que el protocolo a utilizar es HTTP, aunque actualmente no es necesario indicarlo debido a que es el protocolo por defecto (14 What is HTTP).

Graph API obtiene su nombre debido a que la red social se representa mediante un grafo. Análogamente a la definición de grafo provista en la sección “Representación de una Red Social” (diríjase a la sección Representación de una red social virtual - Estructuración de los datos), el grafo social se encuentra provisto por tres elementos:

- Nodos: elementos entre los cuales existen relaciones, por ejemplo, Usuarios, Fotos, Páginas o Comentarios.
- Aristas: conexiones entre los nodos, por ejemplo, las Fotos de una Página o los Comentarios de una Foto.
- Campos: información sobre los nodos, por ejemplo, la fecha de nacimiento de un Usuario o el nombre de una Página.

Debido a que dicha API está basada en HTTP, cualquier aplicación que tenga acceso a las librerías de HTTP puede utilizar Graph API.

8. Análisis del prototipo a construir

Luego de realizar la investigación pertinente, se comienza con el análisis y la implementación del prototipo. A continuación se presentan una serie de secciones que brindan información sobre los requerimientos funcionales y no funcionales, las variables que se tomaron en cuenta y un detalle del procedimiento que se utiliza para obtener la información necesaria, analizarla y finalmente presentarla.

Requerimientos funcionales

El prototipo debe satisfacer los siguientes requerimientos:

- La extracción de los datos de Facebook por medio del uso de Graph API.
- El almacenamiento de los datos extraídos de Facebook.
- Dos instancias de ejecución. Una para el procesamiento de los datos y otra para la muestra de los mismos.
- La ponderación de las variables definidas para el análisis por medio de una pantalla de configuración donde se podrán establecer los pesos para las mismas.
- La presentación de un grafo que muestra a los usuarios relacionados entre sí indicando el peso de la relación.
- La visualización de la información resultante de una relación entre cada par de usuarios. Deberán mostrarse dos vistas, la primera en base al peso de cada elemento dentro del peso de la relación y la segunda en base a la cantidad de los elementos dentro del peso de la relación.
- La visualización de la información de un usuario en particular, mostrando cantidad de elementos relacionados con éste junto con datos personales del mismo.
- La aplicación de los algoritmos de caminos mínimos para determinar los mejores caminos para establecer un vínculo entre dos usuarios que no se encuentran directamente relacionados.

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son los siguientes:

- Escalabilidad para una mayor capacidad de procesamiento. El algoritmo debe estar preparado para soportar un conjunto de usuarios mucho mayor al considerado para este trabajo. Al aumentar la cantidad de usuarios, deberá crecer proporcionalmente la capacidad de procesamiento, aunque el algoritmo se mantendrá constante.
- Interfaz sencilla y de fácil uso para poder presentar la información obtenida de una manera clara.
- Mantenibilidad a medida de que crezca y se amplíe el sistema. Esto se debe a se comenzará con un número reducido de usuarios pero debe poder incrementarse a lo largo del tiempo.

Variables tenidas en cuenta

Para poder analizar y ponderar cada una de las relaciones en la red social virtual, se analizan una serie de variables de la red de Facebook. Dichas variables son extraídas de la plataforma de Facebook a través de la Graph API (sección Facebook - Graph API).

Si bien cada usuario cuenta con un gran número de variables que proveen diferente tipo de información sobre sus preferencias, actividades o datos personales, para el presente prototipo se seleccionaron las que se consideran más apropiadas. Esta selección se basó principalmente en dos aspectos: en analizar qué variables se considera que aportan información relevante sobre la persona y su relación con otros individuos, y el esfuerzo de procesamiento que conlleva extraer y analizar cada variable.

A continuación se detalla las variables de cada usuario que se tomaron en cuenta en el desarrollo del presente prototipo:

- PhotoTag: Representa la mención o aparición de otro usuario en una foto.
- PhotoLike: Representa un ‘Me gusta’ de un usuario sobre la foto de otro usuario.
- PhotoComment: Representa un comentario de un usuario sobre la foto de otro usuario.
- PostTag: Representa la mención o aparición de otro usuario en una entrada en el muro de un usuario.
- PostLike: Representa un ‘Me gusta’ de un usuario sobre una entrada en el muro de un usuario.

- PostComment: Representa un comentario de un usuario sobre una entrada en el muro de un usuario.
- PageLike: Representa un ‘Me gusta’ sobre una página. Las páginas en Facebook son creadas por usuarios y se utilizan para representar entidades que no necesariamente son personas, por ejemplo, personajes ficticios, marcas o clubes deportivos.
- Book: Representa un libro que el usuario haya mostrado interés, el comportamiento es similar a las páginas pero únicamente para libros.
- Television: Representa un programa de televisión que el usuario haya mostrado interés, el comportamiento es similar a las páginas pero únicamente para programas de televisión.
- Event: Representa un evento al que el usuario haya asistido o vaya a asistir. Los eventos son creados para los usuarios y contienen información sobre la fecha en la que se llevará a cabo, lugar y participantes.
- Music: Representa un grupo musical que el usuario haya mostrado interés, el comportamiento es similar a las páginas pero únicamente para grupos musicales.
- Movie: Representa una película que el usuario haya mostrado interés, el comportamiento es similar a las páginas pero únicamente para películas.
- Group: Representa un grupo de personas al que el usuario pertenece. Los grupos son creados por los usuarios y se utilizan para compartir información con un grupo finito de personas. Los grupos pueden ser privados o públicos, es decir, para unirse puede ser necesaria una invitación o no, dependiendo de la configuración que el administrador quiera darle.
- Games: Representa un juego dentro de Facebook en el cual el usuario haya mostrado interés. Facebook posee una plataforma a la cual se pueden vincular aplicaciones de diferentes tecnologías y propósitos, entre ellas juegos.
- Family: Representa, en caso de que existan, los lazos familiares de un usuario.

Cada una de las variables previamente detalladas brinda información sobre las preferencias de los usuarios y sus interacciones con los demás usuarios. Dichas variables aportan valor al presente prototipo de dos maneras: la información sobre los gustos personales permite saber qué tienen en común dos personas, ya sea un libro que ambas hayan leído o una película que ambas hayan visto. Por otra parte, la información sobre la interacción entre dos

usuarios permite analizar su relación, es decir, si comparten fotos o si el usuario A realiza un comentario en una entrada en el muro del usuario B.

Procedimiento de extracción y presentación de los datos

En la presente sección se presenta un detalle de todo el proceso, desde la extracción de la información hasta la presentación del grafo y de diversas vistas de información, con el fin de brindar un mayor entendimiento sobre cómo funciona el prototipo.

El primer paso en el proceso de análisis de la red social virtual es la extracción de datos. Para esto, se desarrolló un proceso que consiste en acceder a la información de cada uno de los usuarios utilizando la Graph API. La información que se solicita es la que provee cada una de las variables detalladas en la sección anterior (Análisis del prototipo – Variables).

Una vez que los servicios de Facebook responden con la información solicitada, esta es procesada previo a su almacenamiento. Debido a que el prototipo consiste en analizar la interacción entre los usuarios de Facebook, es necesario determinar los objetos que tienen en común, es decir, comentarios en fotos de otros usuarios, ‘Me gusta’ en comentarios de otros usuarios o fotos en las que estén presentes ambos usuarios. Para esto, se desarrolló un procedimiento que compara la información de cada uno de los usuarios con el resto de ellos, y determina los elementos que comparten. Por motivos de performance, es necesario realizar un procesamiento previo de la información. Sin embargo el cálculo de los pesos es configurable, debido a que una persona puede darle más importancia a una variable con respecto a otras configurándola así con una ponderación superior. En ese caso, el peso final obtenido será calculado durante la ejecución de la aplicación. Solo se almacenan la cantidad de elementos vinculados en la relación para luego utilizar las ponderaciones configuradas como entrada del algoritmo.

Una vez finalizada la fase de procesamiento, se procede al almacenamiento de la información. La base de datos cuenta con tablas que almacenan la información de cada una de las variables y una tabla que almacena información de cada una de las relaciones (para más detalle, ir a la sección Implementación del prototipo - Diagrama de Base de Datos). Esta última tabla consiste en una entrada por cada par de usuarios y almacena información como la cantidad de libros, películas o eventos en común, fotos que comparten, comentarios en publicaciones del otro usuario o comentarios en los que se mencionó al otro usuario.

Cuando ya se encuentra toda la información en la base de datos , ya se puede proceder a consultar los datos con el fin de proveer diferentes vistas de la información tanto de los usuarios como de las relaciones. Una de ellas es un grafo no dirigido conformado por los sujetos de estudio. La estructura del grafo y las características del mismo puede variar considerablemente, o incluso ser totalmente distinta dependiendo del grupo de estudio y de los filtros que se apliquen. De esta manera no es posible caracterizar un grafo en particular quedando el análisis del mismo para cada caso específico.

Dicho grafo cuenta con un nodo por cada usuario, y aristas que representan relaciones entre los usuarios que son amigos en Facebook. La arista cuenta con un peso que se calcula en base a las cantidades de elementos en común mencionadas previamente. Más específicamente, el peso de la relación consiste en la suma de cada una de las cantidades de elementos en común, multiplicada por la ponderación que se le indicó a la variable. La ponderación es un valor numérico que indica la importancia que quiere otorgarle quien esté haciendo el análisis a cada parámetro.

El mínimo de este valor es 0 y no tiene máximo. Se optó por esta opción debido a dos motivos: por un lado, no se optó por utilizar porcentajes debido a que al haber tantas variables, calcular de la proporción de cada una de ellas con respecto al cien por ciento del peso, sería muy engorroso y no muy práctico de realizar. Por otro lado, se optó por no dar un límite máximo también por motivos de practicidad y puesto que carece de sentido que se limite la ponderación que un usuario pueda otorgarle a una variable, siendo esta decisión totalmente subjetiva. Para fundamentar mejor estas decisiones, a continuación se plantea un ejemplo práctico. Si existe un escenario en el cual hay 12 variables a ponderar y el valor máximo es 10, supongamos que el usuario le da el siguiente valor a cada variable:

- Variable 1: peso 2
- Variable 2: peso 4
- Variable 3: peso 10
- Variable 4: peso 5
- Variable 5: peso 1
- Variable 6: peso 8
- Variable 7: peso 9
- Variable 8: peso 5

- Variable 9: peso 2
- Variable 10: peso 3
- Variable 11: peso 3
- Variable 12: peso 7

Luego de obtener los resultados con estos pesos, el usuario decide dar más importancia a la variable 12 (peso 7) que a la variable 3 (peso 10). Una opción sería que el usuario reordene todos los pesos para mantener el orden de importancia que desea, pero se considera más simple no establecer el límite de peso en 10 y que el usuario simplemente pueda poner a la variable 12 un peso de 11, estableciendo a la variable 12 como la más importante, manteniendo el orden de relevancia de las anteriores variables. El resultado de las variaciones de las ponderaciones impacta directamente sobre los pesos obtenidos para las relaciones entre los individuos participantes.

Además de la vista que provee un esquema de grafo, se diseñó una vista tabular cuya utilidad incrementa cuando la cantidad de usuarios que conforman la aplicación crece de tal manera que se dificulta la observación de los nodos y las relaciones. Esta tabla de entrada simple incluye el individuo origen, el destino y el peso que los vincula. La misma cuenta con cuadro de búsqueda que permite localizar al usuario deseado.

Dejando de lado las representaciones de la información, se incluye en el prototipo la aplicación de distintos algoritmos de caminos mínimos para recorrer el grafo resultante. Los algoritmos de caminos mínimos (véase sección 4 Algoritmos de caminos mínimos) proveen el camino con el menor esfuerzo para llegar desde un nodo a otro, barriendo todas las posibilidades existentes. En el presente trabajo, estos fueron utilizados para analizar cómo sería posible contactar con una persona teniendo en cuenta el nivel de influencia de sus relaciones. Un ejemplo de esto sería, que si existiese el usuario A, el cual está relacionado con un usuario B mediante una relación de peso X, siendo esta relación la más fuerte entre todas sus relaciones, una forma viable de acceder al usuario B, es poniéndose en contacto o influenciando al usuario A. Esta conjetura en principio sería válida acotando la información evaluada en el prototipo, sin embargo para lograr una influencia o una relación fuerte entre dos personas es necesario analizar factores que exceden el alcance de esta presentación.

Es importante resaltar que el usuario que esté llevando a cabo el análisis es quien define los pesos de cada una de las variables, y gracias a esto se pueden realizar diferentes estudios de

las relaciones. Al darle mayor o menor importancia a diferentes variables se puede adaptar el presente prototipo a diferentes búsquedas de afinidades entre personas, otorgando así mayor flexibilidad.

A continuación se describe un caso simplificado con tres variables, a modo de ejemplo.

El usuario que se encuentra realizando el análisis designa los siguientes valores a las variables:

Variable	Peso designado
Foto en común	15
Comentario en un post de otro usuario	10
'Me gusta' en una foto de otro usuario	7

TABLA III: Configuración de pesos

El Actor A y el Actor B tienen 6 fotos en común, 7 comentarios en común y 11 'Me gusta's, por lo que aplicados los pesos configurados, el resultado del peso se obtiene de la siguiente forma:

Variable	Peso designado	Cantidad de elementos	Cantidad de elementos multiplicado por los pesos configurados
Foto en común	15	6	90
Comentario en un post de otro usuario	10	7	70
'Me gusta' en una foto de otro usuario	7	11	77
		Peso total	237

TABLA IV: Cálculo del peso total

En la tabla IV (Cálculo del peso total) se detalla cómo se obtiene el peso total, multiplicando la cantidad de elementos por el peso configurado y sumando todos los valores. En el presente ejemplo se obtiene un peso total de la relación de 237.

Realizando este mismo procedimiento con todas las relaciones es posible definir que usuarios tienen mayor afinidad, es decir, que relaciones son más fuertes para el presente análisis.

Diagramas del procedimiento

A continuación se incluyen dos diagramas a modo de explicación visual sobre el procedimiento de extracción, análisis y visualización de la información. La figura 21 representa el flujo de la totalidad del prototipo, mientras que la figura 22 detalla el procedimiento de obtención de la información.

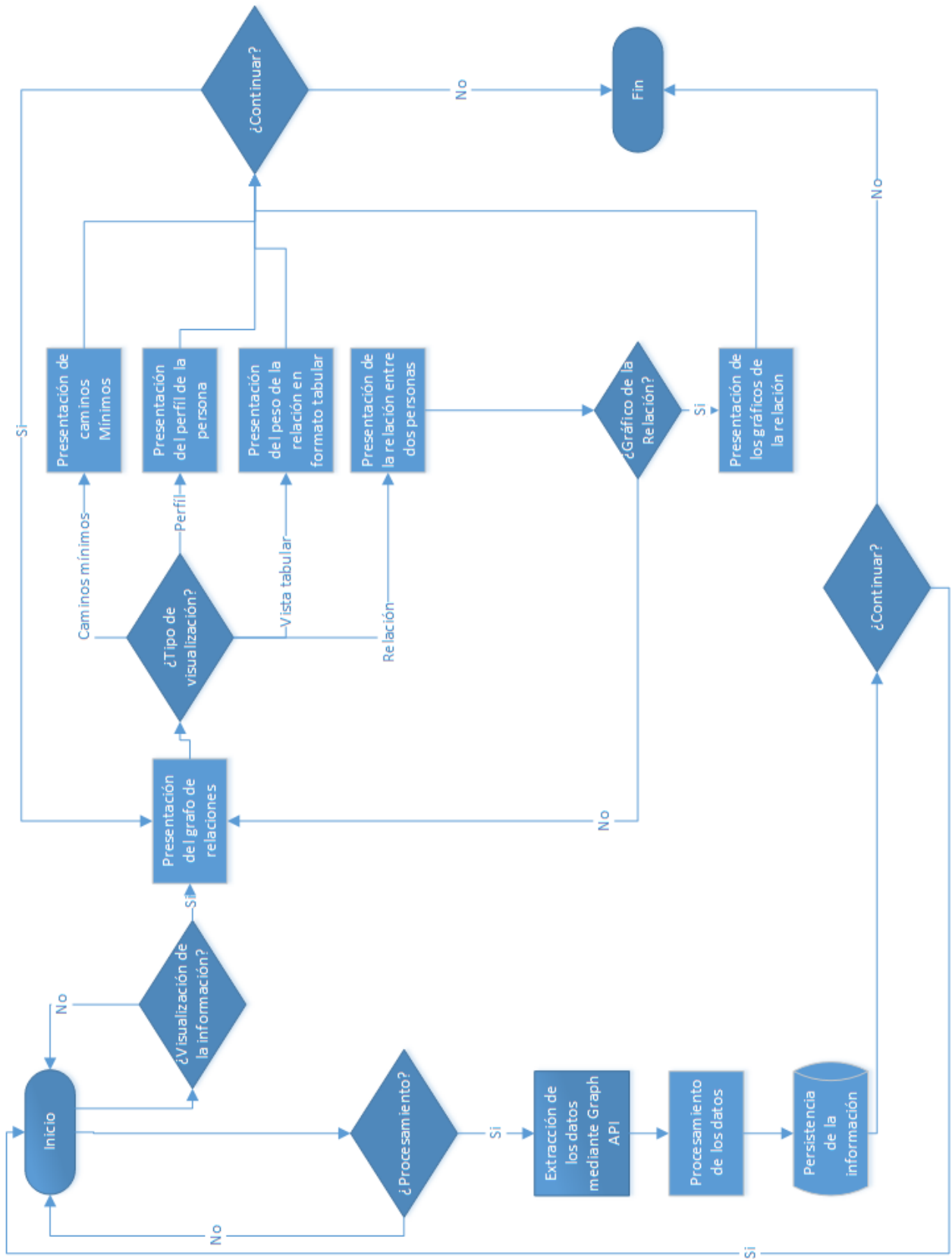


Figura 21: Diagrama de flujo de la aplicación

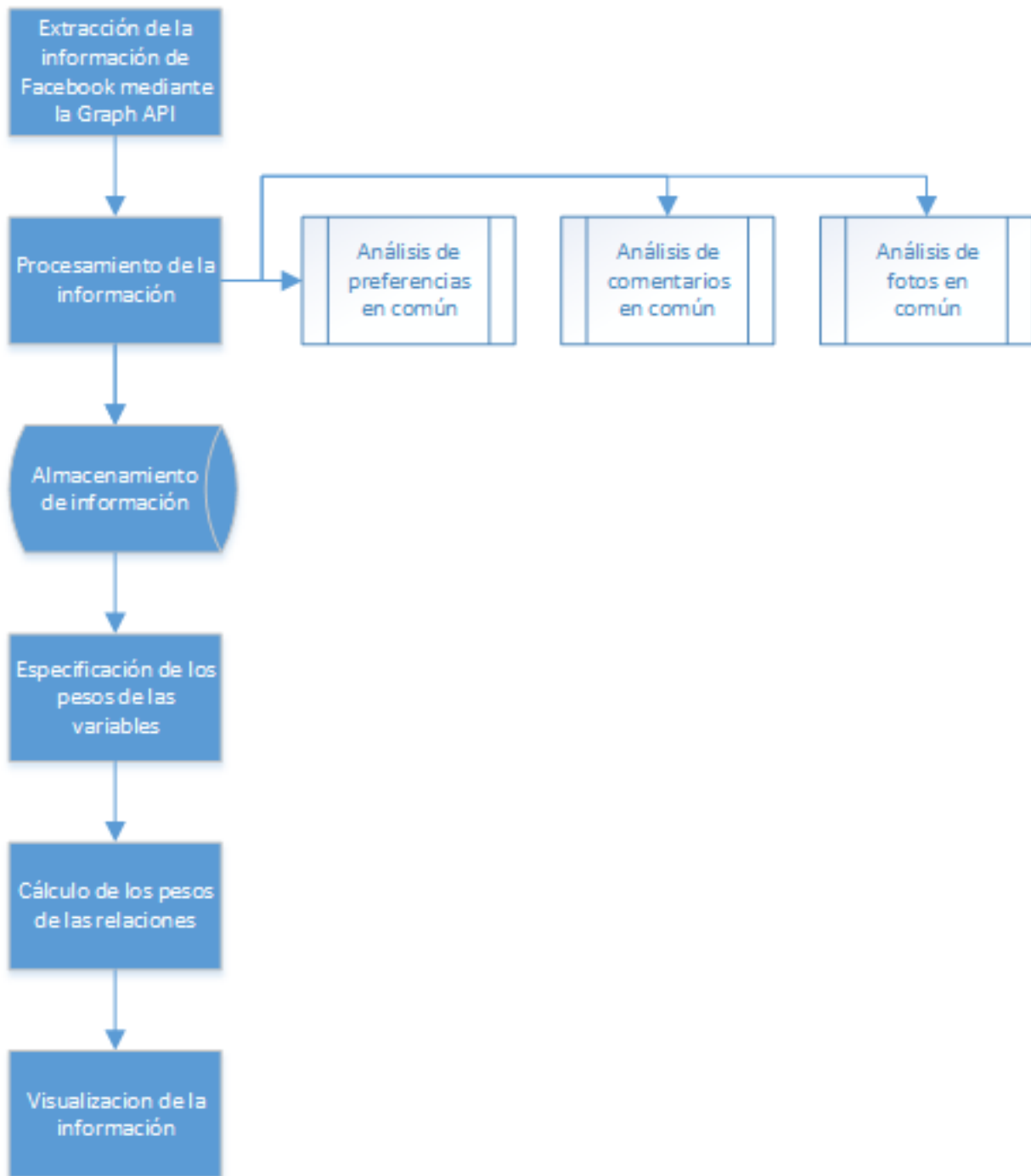


Figura 22: Diagrama de flujo del procesamiento de la información

9. Implementación del prototipo

A continuación se presentan una serie de secciones propias de la implementación del prototipo de la herramienta. Se aclara el alcance de dicho prototipo, las tecnologías utilizadas, el diagrama de base de datos con el detalle de las tablas y sus campos, y el diagrama de clases.

Alcance del prototipo

En la presente sección se incluyen una serie de aclaraciones respecto al desarrollo del prototipo.

Lo primero a resaltar es aclarar por qué se utiliza Facebook como la red social de la cual se extrajo la información para el presente estudio. De las redes sociales existentes se buscó una cuyo uso se encuentre fuertemente masificado, de modo que haya una buena cantidad de información de cada uno de los usuarios. Por otra parte, es necesario que la red social provea una herramienta robusta y altamente documentada que permita extraer la información existente para poder analizarla, por lo cual la Graph API de Facebook (más información en la sección Facebook - Graph API) fue un elemento clave a la hora de elegir la red social a utilizar.

Debido a que la cantidad de información a extraer de Facebook, procesar y almacenar es alta para cada uno de los usuarios, el presente prototipo no cuenta con la posibilidad de analizar los datos en tiempo real. Es decir, previa visualización del grafo con la información de cada uno de los actores y sus interacciones entre sí, es necesario correr un proceso de extracción y procesamiento de datos que demora aproximadamente de unos 20 a 30 minutos (sujeto a la configuración del computador que se utilice), lo que significa que si los usuarios tienen nuevos amigos o agregaron nuevas fotos, esto no se verá reflejado en el grafo hasta que se vuelva a ejecutar dicho proceso y se lleve a cabo la actualización de la información.

Es indispensable aclarar que si bien la información se extrae de Facebook, mediante la utilización de un servicio público que el mismo provee, la aplicación desarrollada no es de público acceso, es decir, que está en etapa de desarrollo y solamente disponible para aquellos que deseen ejecutarla. Para poder integrar cualquier desarrollo con la plataforma de Facebook es necesario crear una aplicación dentro de la misma, denominada Aplicación de Facebook. Durante el ciclo de vida de esta es posible utilizar usuarios de prueba y diversos mecanismos que facilitan la ejecución de los casos de prueba. Una vez listo el proyecto, se deben presentar

una serie de documentos que Facebook solicita para poder publicarla, entre los cuales se encuentran una política de privacidad para los usuarios, un detalle de que permisos se solicitan de estos, motivo por el cual se solicita cada permiso, documentación sobre las funcionalidades existentes y los pasos a seguir para poder probar cada una de las funcionalidades. Una vez presentada toda la documentación mencionada, Facebook realiza una revisión sobre la aplicación y la documentación, y si todo cumple las normas, se concede el permiso para la publicación. Debido a que el presente desarrollo es un prototipo, no se consideró necesaria su publicación acotando su ejecución a entornos locales, evitando así los procesos burocráticos que Facebook obliga a cumplir.

Finalmente, también por motivo de tiempos de procesamiento y visibilidad de la información, para el prototipo se utiliza un número limitado a 20 integrantes. De esta manera el tiempo de procesamiento de información es viable y la visualización del grafo es clara y fácilmente entendible, teniendo en cuenta que el grafo muestra foto y nombre de cada usuario y las aristas indican el peso de cada una de las relaciones.

Otro importante punto a destacar, es que Facebook provee direcciones de internet para cada una de las imágenes y elementos que no son datos alfanuméricos, puesto que la compañía almacena este tipo de contenido en servidores propios y exclusivos para este uso. Debido a esto si se da el caso en el que una relación presenta un número grande de imágenes vinculadas, cada elemento será descargado desde los servidores de Facebook, incrementado así el tiempo de carga de la página. Es importante contar con una conexión a internet no inferior a 6 mbps (mega bits por segundo) para obtener resultados aceptables en la fluidez de la aplicación. Además, el prototipo no contempla el caso en el que Facebook decida dar de baja algún contenido, y debido a que cierta información es accedida directamente en tiempo real, esto impacta directamente en el funcionamiento del mismo. Posibles planes de contingencia, exceden al ámbito de dicha presentación.

En caso de escalar la aplicación para que sea capaz de procesar un alto número de usuarios, es necesario incorporar una nueva forma de visualizar la información. Una manera de hacerlo sería con una tabla de doble entrada, en la cual se ubiquen a los actores en las entradas y en los valores cada uno de los pesos de las relaciones. De esta manera se facilita la visualización de los pesos de las relaciones aun con una alta cantidad de registros. La tabla V representa la información existente para un análisis de 5 usuarios, mientras que la tabla VI

representa de la misma manera un análisis de 20 usuarios. No obstante no se debe descartar un procedimiento de filtrado debido a que una tabla con una elevada cantidad de registro también reduce la practicidad de la misma.

	A	B	C	D	E
A		1	2	4	7
B	1		3	5	8
C	2	3		6	9
D	4	5	6		1
E	7	8	9	1	

TABLA V: Vista tabla doble entrada 5 usuarios

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
A		1	2	4	7	1	6	3	1	9	9	1	3	6	1	6	3	1	9	9
B	1		3	5	8	2	7	4	2	1	1	2	4	7	2	7	4	2	1	1
C	2	3		6	9	3	8	5	3	2	2	3	5	8	3	8	5	3	2	2
D	4	5	6		1	4	9	6	4	3	3	4	6	9	4	9	6	4	3	3
E	7	8	9	1		5	1	7	5	4	4	5	7	1	5	1	7	5	4	4
F	2	3	4	5	6		2	8	6	5	5	6	8	2	6	2	8	6	5	5
G	7	8	9	1	2	3		9	7	6	6	7	9	3	7	3	9	7	6	6
H	4	5	6	7	8	9	1		8	7	7	8	1	4	8	4	1	8	7	7

I	2	3	4	5	6	7	8	9		8	8	9	2	5	9	5	2	9	8	8
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9		9	1	3	6	1	6	3	1	9	9
K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1		2	4	7	2	7	4	2	1	1
L	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3		5	8	3	8	5	3	2	2
M	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6		9	4	9	6	4	3	3
N	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1		5	1	7	5	4	4
O	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6		2	8	6	5	5
P	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3		9	7	6	6
Q	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1		8	7	7
R	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		8	8
S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		9
T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	

TABLA VI: Vista tabla doble entrada 20 usuarios

Tecnologías utilizadas

A continuación se detallan las diferentes tecnologías utilizadas para el desarrollo del presente prototipo y cuáles fueron las opciones tenidas en cuenta y posteriormente descartadas.

El motor de base de datos seleccionado es SQL Server 2012. No obstante, fueron tomadas en cuenta alternativas como MySQL. Realmente, la recién mencionada representaba una opción viable y no detectamos ningún tipo de limitación si asilábamos esta opción del resto de las tecnologías a evaluar. La inclinación hacia Microsoft SQL Server estuvo siempre sujeta a la elección del resto de las tecnologías a emplear.

El lenguaje de la aplicación es C# y el framework utilizado es .Net. Las opciones evaluadas para esta instancia, fueron por un lado las seleccionadas y por el otro la tecnología

Java en conjunto con el framework Spring MVC. Nuevamente, no encontramos limitaciones que pudiera resultar un obstáculo para la realización del prototipo del presente proyecto. Ambas tecnologías cumplen con los requerimientos necesarios para el desarrollo de la aplicación. Permiten, entre otras cosas, la separación por capas de la misma, brindando una buena arquitectura software. Aunque no es mandatorio, existe una cierta complementación entre los productos ya mencionados, por lo que las elecciones estarían vinculadas unas con otras. En el caso de seleccionar C# .NET la mejor opción sería SQL Server. Caso contrario, al elegir Java MySQL podría resultar la opción más acorde. Nuevamente, queremos resaltar que no están estrechamente sujetas estas tecnologías, pero si existe un grado mayor de compatibilidad.

Para la representación visual del grafo se utiliza un plugin de JavaScript llamado cytoscape. Otra opción evaluada fue Arbor.js cuya implementación fue descartada pues consideramos que no permitía las configuraciones y/o características requeridas para desarrollar el aplicativo.

Para representar los gráficos se utiliza amcharts. En esta instancia no se tomaron en cuenta otras opciones debido a que este plugin fue utilizado en varias ocasiones por los autores del presente trabajo, brindando siempre resultados excelentes.

Para el manejo del código se utiliza TFS (Team Foundation Server), una herramienta propia de Microsoft. Sin embargo, en un comienzo, se tomó como alternativa GitHub. Finalmente, considerando que las elecciones estaban dentro del proveedor Microsoft, determinamos que la mejor opción, según nuestro criterio, era TFS Server.

Para extraer la información de Facebook se utiliza API Graph, una API de Facebook basada en el protocolo HTTP que permite obtener información de los usuarios. Para más información sobre Graph API diríjase a la sección Facebook - Graph API.

Muchas de las herramientas utilizadas requieren un licenciamiento para su uso profesional o con fines de lucro. Sin embargo, debido a que esta investigación fue realizada con fines académicos, las licencias utilizadas fueron las provistas por la misma universidad, UADE, gracias al convenio existente con Microsoft. No obstante, aquellas herramientas ajenas a dicha empresa, fueron utilizadas en sus versiones de prueba o gratuitas.

Hardware utilizado

El hardware empleado para el desarrollo del prototipo del presente trabajo no es del carácter empresarial o corporativo. Es del tipo domestico con prestaciones que están dentro de la media.

- Procesador: Intel Core I7-4700MQ 2.40Ghz.
- Memoria RAM: 16 GB DDR3 1600MHz.
- Chipset motherboard: Intel HM87 Express.
- Hard drive: Samsung EVO 840 250 GB.

Diagrama de Base de Datos

En la siguiente sección se presenta el diagrama de base de datos (Figura 21), junto con un resumen de las tablas y campos más importantes. El diagrama contiene solamente los nombres de las tablas, debido a que teniendo en cuenta la magnitud de la base de datos se considera que la representación más clara de la misma es detallando solamente los nombres. Para un mejor entendimiento, el resumen de las tablas contiene sus nombres reales y una representación coloquial de los mismos, en el Anexo A se encuentra el detalle cada una de las tablas y sus campos.

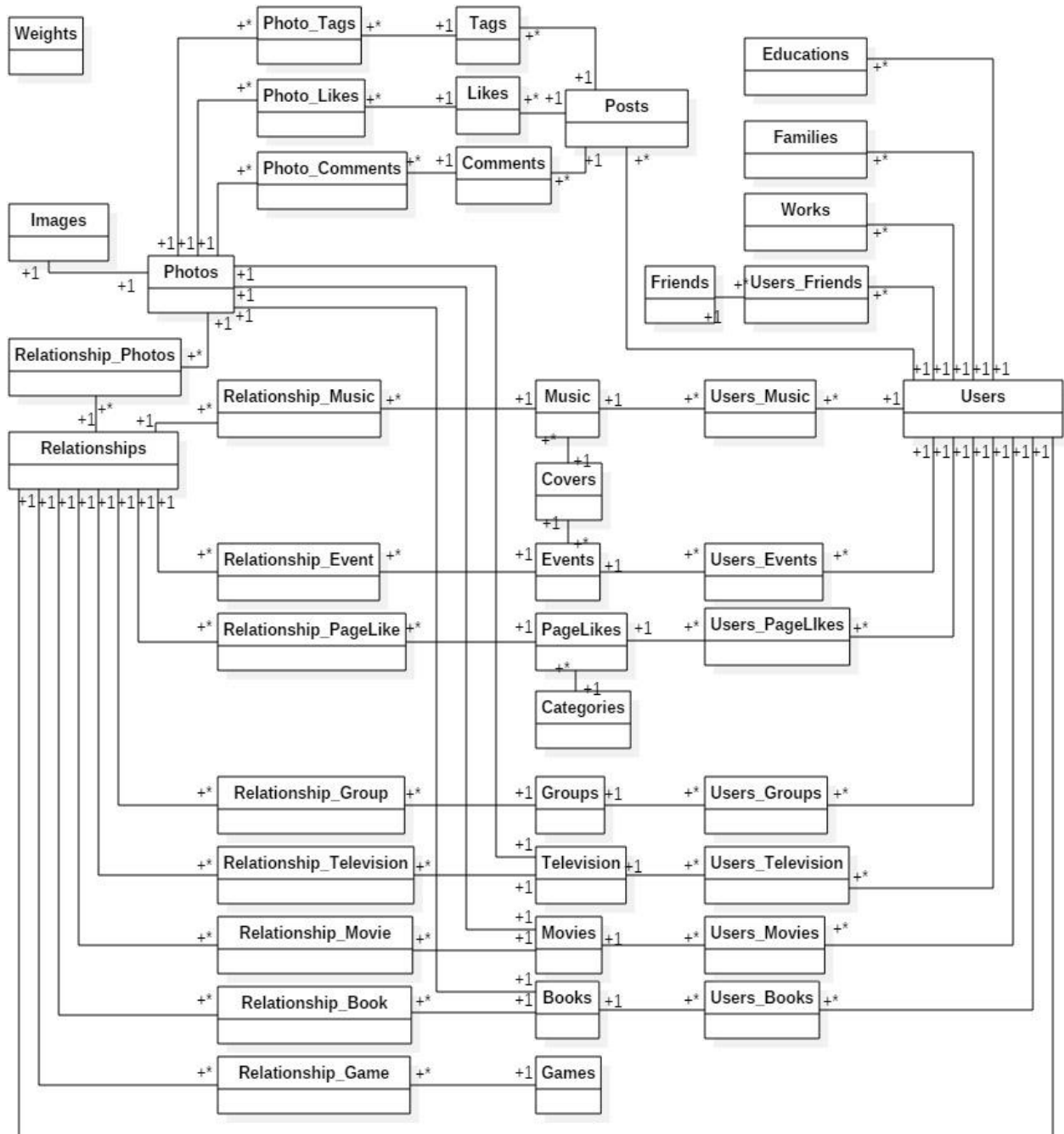


Figura 23: Diagrama de base de datos

Las tablas existentes en la base de datos, los campos más importantes y su propósito en el prototipo se detallan a continuación.

- Usuarios (Users)
 - Id
 - Nombre
 - Apellido
 - Fecha de nacimiento
 - Email
 - Género
 - Estado civil
 - Imagen de portada
 - Enlace al perfil de Facebook
- Instituciones educativas (Educations)
 - Tipo de institución
 - Nombre de la institución
 - Id del Usuario
- Puestos de trabajo (Works)
 - Fecha de inicio del trabajo
 - Nombre del empleador
 - Ubicación del trabajo
 - Nombre de la posición ocupada por el usuario
 - Id del Usuario
- Vínculos familiares (Families)
 - Id
 - Nombre del vínculo familiar
 - Tipo de vínculo familiar
 - Id del Usuario
- Amigos (Friends)
 - Id
 - Nombre

- Enlace al perfil de Facebook
- Usuarios Amigos (Users Friends): Representa qué amigos tiene cada usuario
 - Id del Usuario
 - Id del Amigo
- Usuarios Eventos (Users Events): Representa qué usuario creó cada evento
 - Id del Usuario
 - Id del Evento
- Eventos (Events)
 - Id
 - Fecha
 - Ubicación
 - Nombre
- Relaciones Eventos (Relationships Events): Relaciones que tienen un evento en común
 - Id de la relación
 - Id del evento
- Imágenes de portada (Covers)
 - Id
 - Enlace a la imagen
- Relaciones (Relationships): Tabla que relaciona cada User con cada Friend y representa las preferencias que comparten y sus interacciones en Facebook, detallando la cantidad de elementos de cada tipo que tienen en común.
 - Id
 - Cantidad de libros en común
 - Cantidad de eventos en común
 - Cantidad de juegos en común
 - Cantidad de grupos en común
 - Cantidad de películas en común
 - Cantidad de grupos musicales en común
 - Cantidad de páginas en común
 - Cantidad de fotos en común

- Cantidad de programas de televisión en común
- Cantidad de entradas en muros en común
- Indica si los integrantes de la relación son familiares o no
- Id del Usuario
- Id del Amigo
- Usuarios Paginas (Users PageLikes): Representa las páginas que le gustan a un Usuario
 - Id del Usuario
 - Id de la Página
- Relaciones Paginas (Relationships PageLikes): Relaciones que tienen una página en común
 - Id de la Relación
 - Id de la Página
- Páginas de Facebook (PageLikes)
 - Id
 - Nombre
- Categorías (Categories)
 - Id
 - Nombre
- Relaciones Fotos (Relationships Photos): Relaciones que tienen una foto en común
 - Id de la Relación
 - Id de la Foto
- Fotos (Photos)
 - Id
 - Nombre
 - Enlace a la foto
 - Id del Libro, Película, Programa de Televisión o Usuario
- Imágenes (Images)
 - Id
 - Alto
 - Ancho

- Enlace a la imagen
 - Id de la Foto
- Fotos MeGustas (Photo Likes): Me gustas de una foto
 - Id de la Foto
 - Id del MeGusta
- MeGustas (Likes)
 - Id
 - Id de la Entrada en el muro
- Fotos Comentarios (Photo Comments): Fotos vinculadas a los comentarios
 - Id de la Foto
 - Id del Comentario
- Comentarios (Comments)
 - Id
 - Fecha de creación
 - Mensaje
 - Id de la Entrada en el muro
- Entradas en el muro (Posts)
 - Id
 - Mensaje
 - Id del Usuario
- Etiquetas (Tags)
 - Id
 - Id de la Entrada en el muro
- Foto Etiquetas (Photo Tags): Etiquetas de una foto
 - Id de la Foto
 - Id de la Etiqueta
- Películas (Movies)
 - Id
 - Nombre
 - Categoría
- Usuarios Películas (Users Movies): Usuarios que les gusta una película

- Id del Usuario
 - Id de la Película
- Relaciones Películas (Relationship Movies): Relaciones que tienen en común una película
 - Id de la Relación
 - Id de la Película
- Libros (Books)
 - Id
 - Nombre
 - Categoría
- Usuarios Libros (Users Books): Usuarios que les gusta un libro
 - Id del Usuario
 - Id del Libro
- Relaciones Libros (Relationship Books): Relaciones que tienen en común un libro
 - Id de la Relación
 - Id del Libro
- Programas de television (Television)
 - Id
 - Nombre
 - Categoría
- Usuarios ProgramasDeTelevision (Users Television): Usuarios que les gusta un programa de televisión
 - Id del Usuario
 - Id del Programa de Television
- Relaciones ProgramasDeTelevision (Relationship Television): Relaciones que tienen en común un programa de televisión
 - Id de la Relación
 - Id del Programa de Television
- Juegos (Games)
 - Id
 - Nombre

- Categoría
- Relaciones Juegos (Relationship Games): Relaciones que tienen en común un juego
 - Id de la Relacion
 - Id del Juego
- Grupos de usuarios (Groups)
 - Id
 - Nombre
- Usuarios Grupos (Users Groups): Usuarios pertenecen a un grupos
 - Id del Usuario
 - Id del Grupo
- Relaciones Grupos (Relationship Groups): Relaciones que tienen en común un grupo
 - Id de la Relacion
 - Id del Grupo
- Grupos Musicales (Music)
 - Id
 - Nombre
 - Categoría
- Usuarios GruposMusicales (Users Music): Usuarios que les gusta un grupo musical
 - Id del Usuario
 - Id del Grupo musical
- Relaciones GruposMusicales (Relationship Music): Relaciones que tienen en común un grupo musical
 - Id de la Relación
 - Id del Grupo Musical
- Pesos para las variables (Weights)
 - Id
 - Peso de un libro en común
 - Peso de un evento en común
 - Peso de tener un vínculo familiar
 - Peso de un juego en común
 - Peso de una película en común

- Peso de un grupo musical en común
- Peso de un programa de televisión en común
- Peso de una página de Facebook en común
- Peso de una foto en común
- Peso de un comentario en una foto
- Peso de un “Me gusta” en una foto
- Peso de la mención de un usuario en una foto
- Peso de una entrada en el muro
- Peso de un comentario en una entrada en el muro
- Peso de un “Me gusta” en una entrada en el muro
- Peso de la mención de un usuario en una entrada en el muro

Diagrama de Clases

En la siguiente sección se presenta el diagrama de clases (Figura 24). El diagrama contiene solamente los nombres de las clases, debido a que teniendo en cuenta la cantidad de las mismas se considera que la representación más clara de la misma es detallando solamente los nombres.

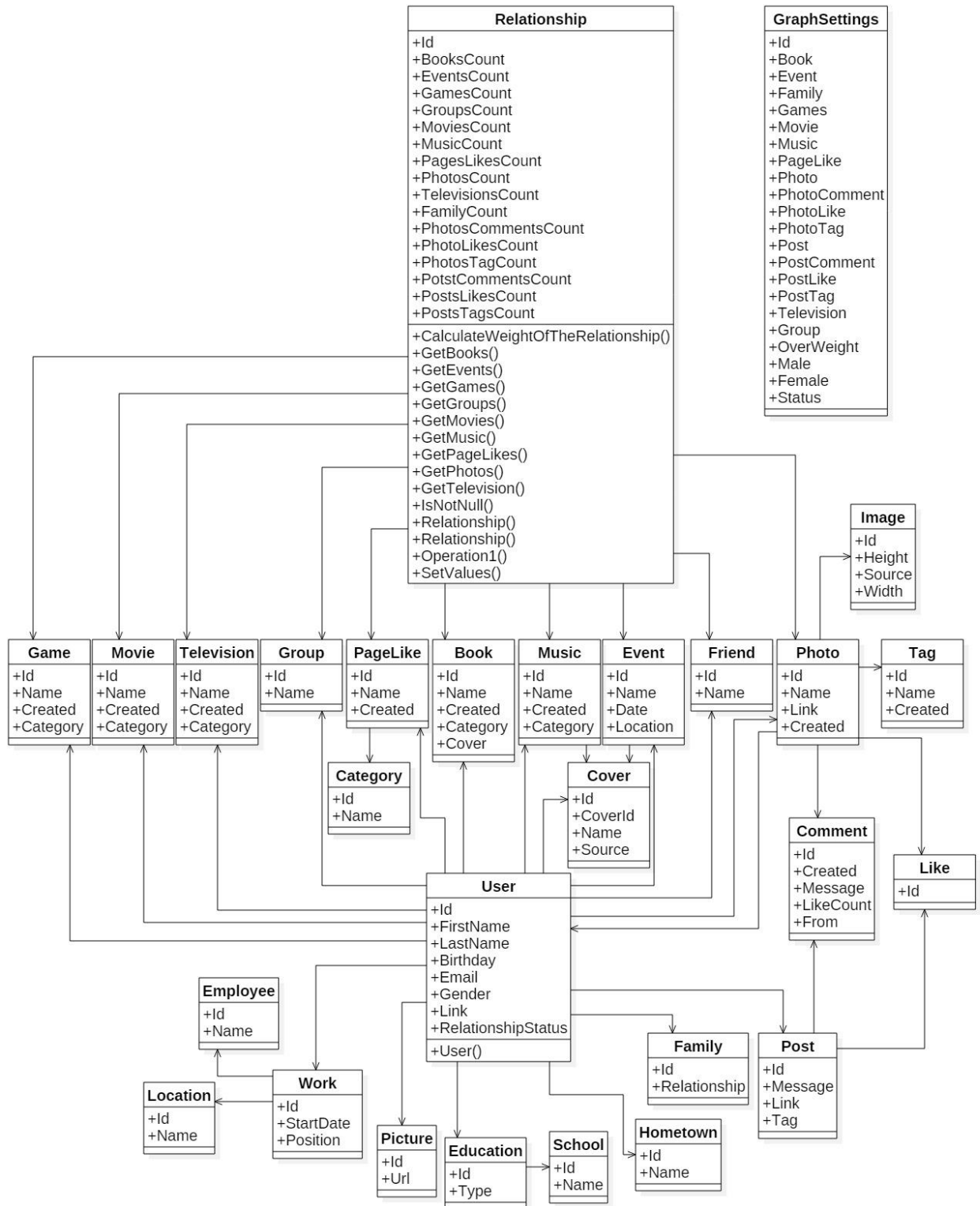


Figura 24: Diagrama de clases

A continuación se detallan cada una de las clases con sus atributos (identificados con un signo menos) y métodos (identificados con un signo más).

- Relationship
 - Id
 - BooksCount
 - EventsCount
 - FamilyCount
 - GamesCount
 - GroupsCount
 - MoviesCount
 - MusicCount
 - PagesLikeCount
 - PhotosCommentsCount
 - PhotoLikesCount
 - PhotoTagCount
 - PostsCommentCount
 - PostsLikesCount
 - PostsTagsCount
 - TelevisionsCount
 - + CalculateWeightOfTheRelationship
 - + GetBooks
 - + GetEvents
 - + GetGames
 - + GetGroups
 - + GetMovies
 - + GetMusic
 - + GetPageLikes
 - + GetPhotos
 - + GetTelevision
 - + IsNotNull

- + Relationship
- + SetValue
- GraphSettings
 - Id
 - Photo
 - PhotoTag
 - PhotoLike
 - PhotoComment
 - Post
 - PostTag
 - PostLike
 - PostComment
 - PageLike
 - Book
 - Television
 - Event
 - Music
 - Movie
 - Group
 - Games
 - Family
 - OverWeight
 - Male
 - Female
 - Status
- Game
 - Id
 - Name
 - Category
 - Created
- Movie

- Id
- Name
- Category
- Created
- Television
 - Id
 - Name
 - Category
 - Created
- Book
 - Id
 - Name
 - Category
 - Cover
 - Created
- Group
 - Id
 - Name
- Music
 - Id
 - Name
 - Category
 - Created
- User
 - Id
 - Birthday
 - Email
 - FirstName
 - Gender
 - LastName
 - Link

- RelationshipStatus
 - + User
- Category
 - Id
 - Name
- Event
 - Id
 - Name
 - Date
 - Location
- Family
 - Id
 - Relationship
- PageLike
 - Id
 - Name
 - Created
- Like
 - Id
- Cover
 - Id
 - Name
 - CoverId
 - Source
- Friend
 - Id
 - Name
- Photo
 - Id
 - Name
 - Created

- Link
- Post
 - Id
 - Link
 - Message
 - Tags
- Comment
 - Created
 - From
 - Id
 - LikeCount
 - Message
- Tag
 - Id
 - Name
 - Created
- Image
 - Height
 - Id
 - Source
 - Width
- Picture
 - Id
 - Url
- School
 - Id
 - Name
- Education
 - Id
 - Type
- Hometown

- Id
- Name
- Work
 - Id
 - Position
 - StartDate
- Employee
 - Id
 - Name
- Location
 - Id
 - Name

10. Funcionalidad

A continuación se detallan las funcionalidades existentes en el prototipo, con el fin de explicar tanto como funciona cada sección como la manera de interactuar con la aplicación.

Procesamiento de la Información

El primer paso para comenzar a utilizar la aplicación es extraer los datos de Facebook. Con este fin existe la sección “Procesamiento de Información”.

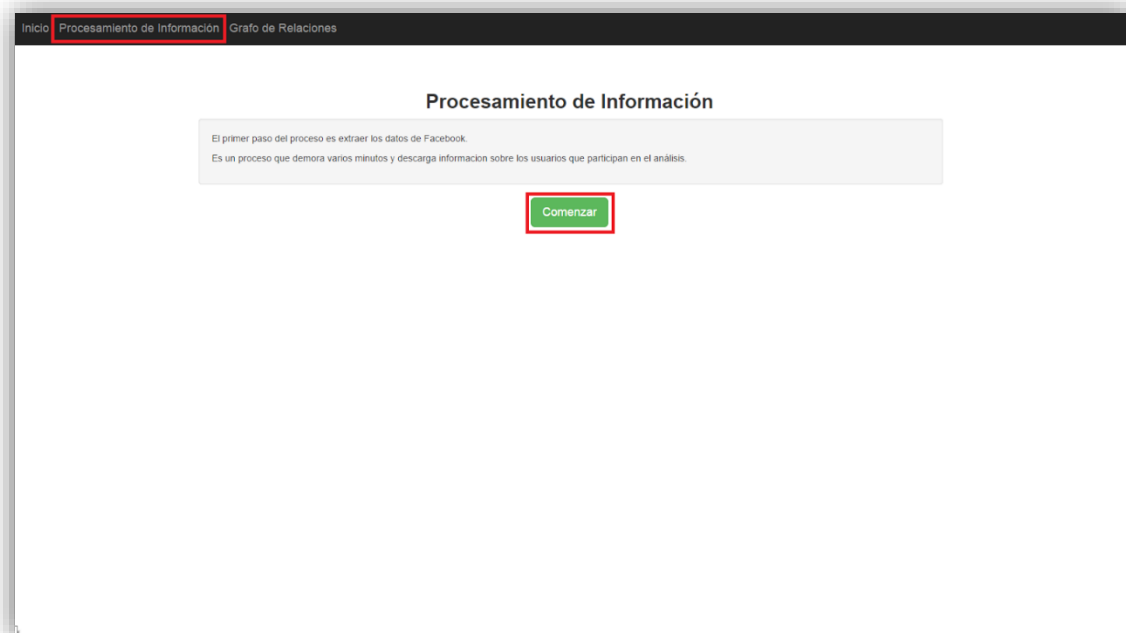


Figura 25: Procesamiento de Información

Al hacer clic en “Comenzar” se inicia la extracción de datos de Facebook, seguido del análisis y almacenamiento en la base de datos. Dicho análisis consiste en comparar los usuarios para poder obtener los gustos en común y las actividades que compartieron, ya sean fotos, comentarios o “Me gusta”.

Configuración de Pesos

Una vez finalizada la extracción de la información, ya es posible configurar los pesos de las variables para poder visualizar los resultados. Al hacer clic en el menú “Grafo de Relaciones” se accede a la sección “Grafo de Relaciones”.

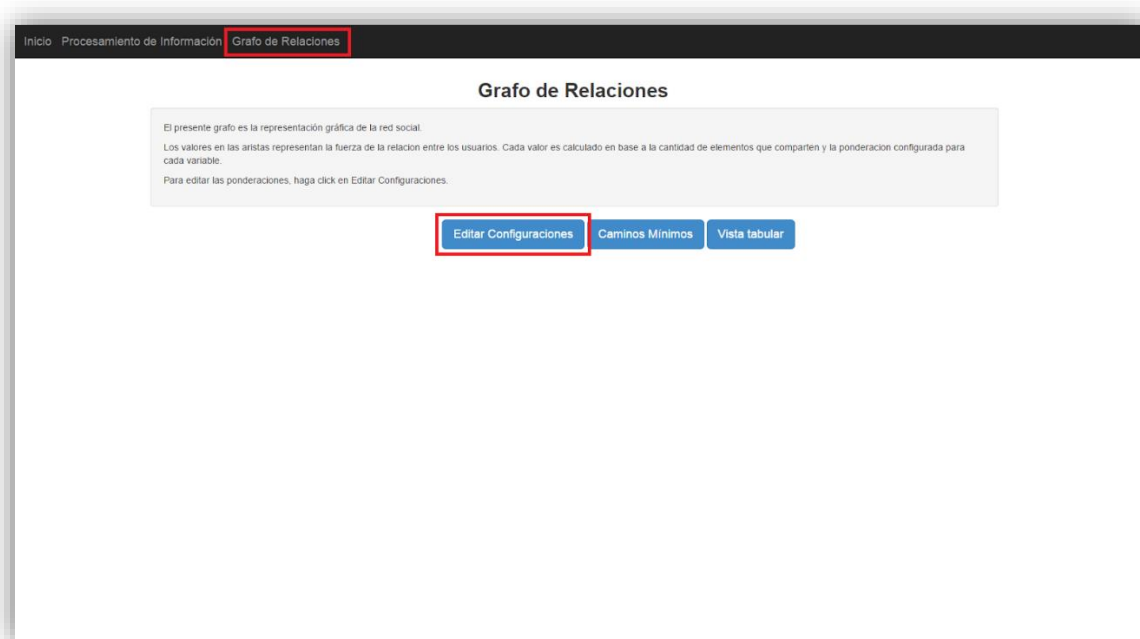


Figura 26: Grafo de Relaciones - Editar Configuraciones

Una vez en la sección “Grafo de Relaciones”, mediante el botón “Editar Configuraciones” se accede al panel de configuración de la visualización del grafo.

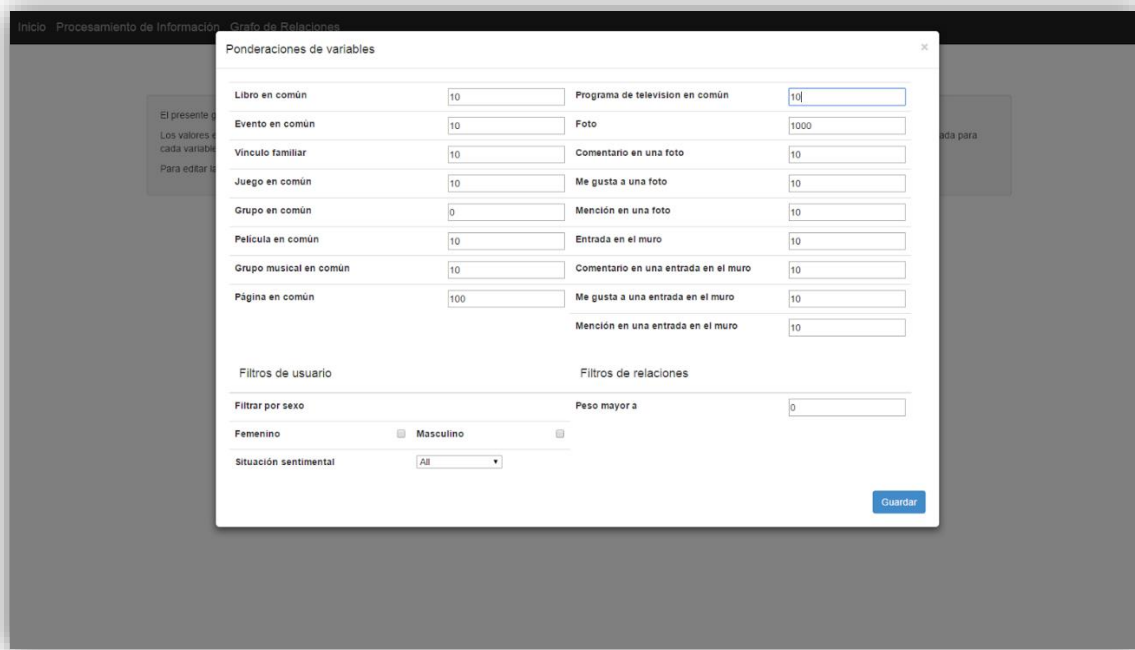


Figura 27: Editar Configuraciones

En dicho panel es posible ajustar configuraciones de modo que quien lleva a cabo el análisis pueda obtener resultados más acordes a sus preferencias.

Hay tres secciones dentro del panel de edición:

- **Ponderaciones de variables:** se presenta una lista de todas las variables presentes en el análisis con sus pesos actuales, de modo que si el usuario desea darle mayor importancia a una variable en especial, simplemente debe subir su valor. De este modo, las relaciones que compartan dicha variable tendrán mayor fuerza que las demás.
- **Filtros de usuario:** se presentan dos filtros de usuario, por sexo y por situación sentimental. De modo que si el usuario solamente desea ver personas del sexo femenino en el grafo o personas solteras, puede hacerlo ajustando estos filtros.
- **Filtros de relaciones:** se da la posibilidad de filtrar las relaciones con un peso mayor a un valor que el usuario decida. Esto brinda la posibilidad de realizar búsquedas más específicas. Por ejemplo, si el usuario desea buscar relaciones solamente con grupos musicales en común, debe subir el valor de la variable grupos musicales, definir cero para el resto de las variables y filtrar las relaciones mayores a cero, de modo que las únicas relaciones que se presenten serán aquellas que compartan gustos musicales.

Una vez finalizados los ajustes, al hacer clic en “Guardar” se podrá visualizar el grafo con los ajustes aplicados.

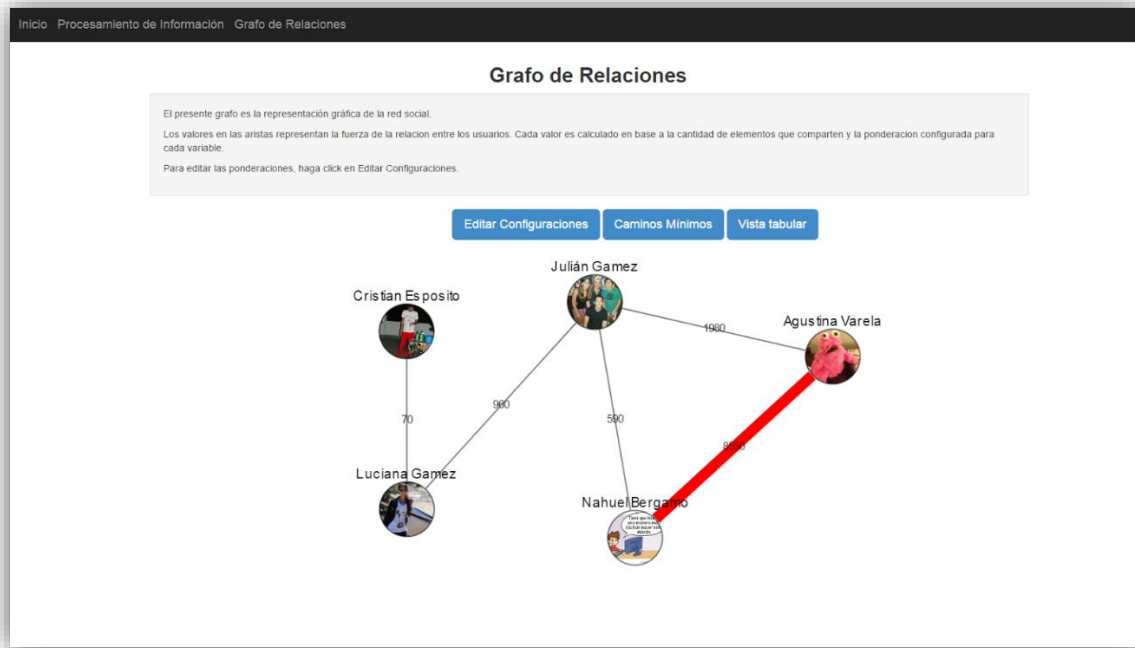


Figura 28: Grafo de Relaciones

La representación gráfica de las relaciones consiste en un grafo que lleva un nodo por cada usuario y aristas que representan las relaciones, si existen, entre los usuarios en Facebook. Los valores de las aristas son el producto de las ponderaciones definidas en las configuraciones y la cantidad de elementos que comparten los actores.

Se indica con una línea roja la relación más fuerte para las configuraciones actuales.

Si bien el grafo es representativo de las relaciones entre los usuarios, es útil solamente para una cantidad de usuarios reducida, ya que una cantidad alta de usuarios vuelve ilegible al grafo. Para estos casos se presenta otra manera de ver los datos. Para acceder a dicha vista, es necesario hacer clic en Vista Tabular.

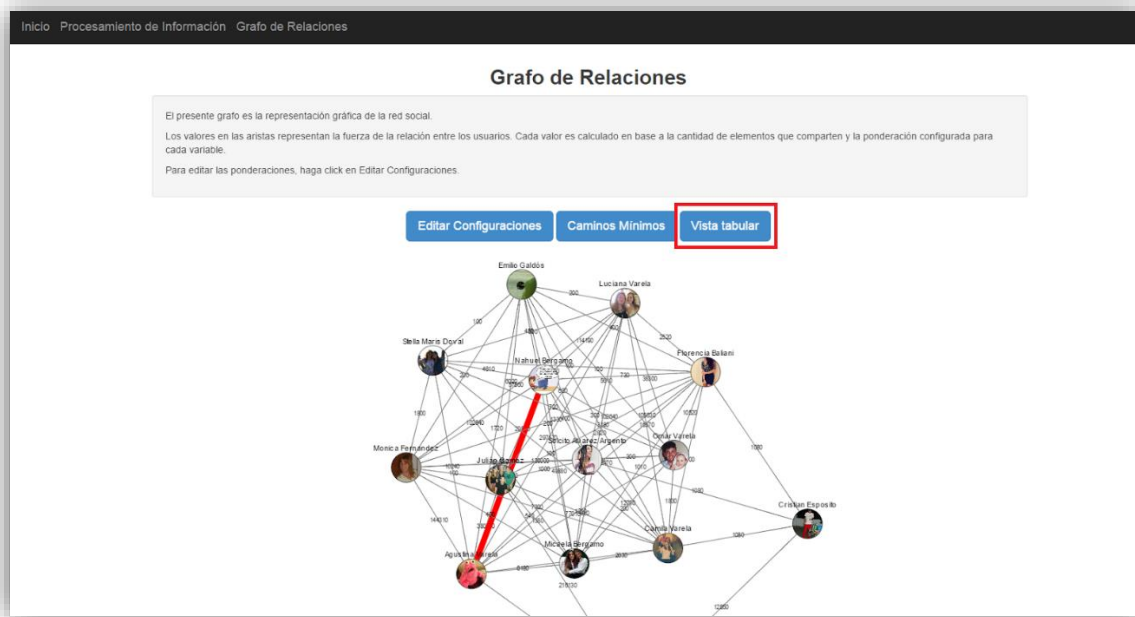


Figura 29: Grafo de Relaciones - Vista tabular

Dicho botón muestra una vista que lista cada una de las relaciones e indica el peso de cada una de ellas. Arriba a la derecha se presenta una caja de búsqueda para acceder de manera más fácil a la relación que se desee.

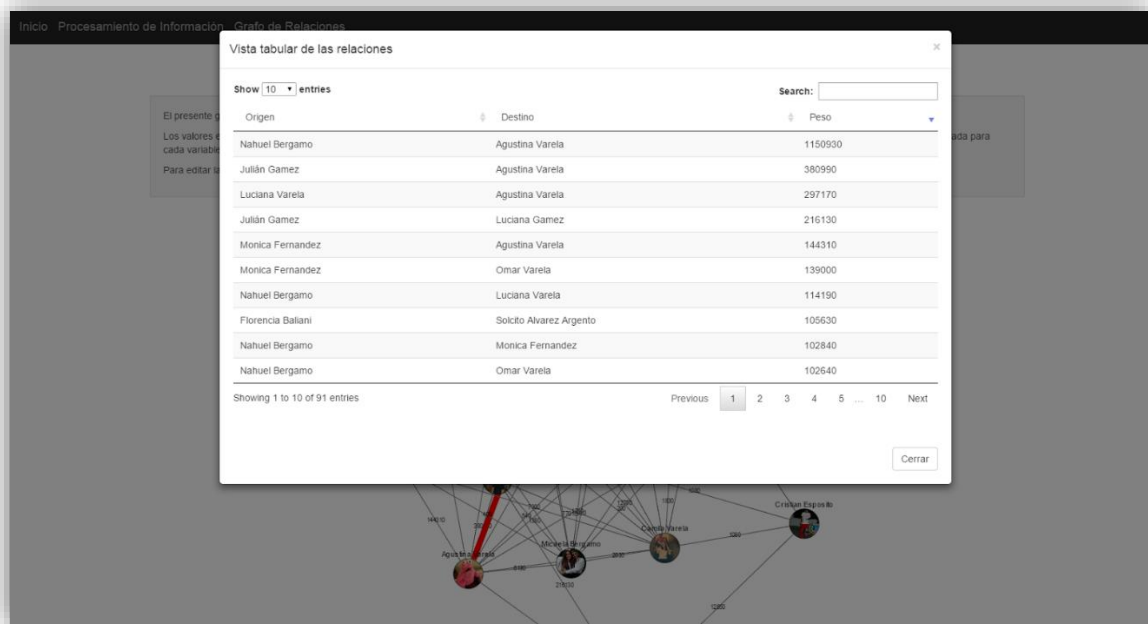


Figura 30: Vista tabular

Información de los Usuarios

Una vez generado el grafo, es posible analizar la información individual de cada individuo. Para ello, es necesario seleccionar el nodo del usuario que se desea analizar.



Figura 31: Grafo de Relaciones - Información de Usuario

Una vez seleccionado el usuario, se presenta una sección con información personal del individuo y un detalle de qué elementos aporta al análisis.

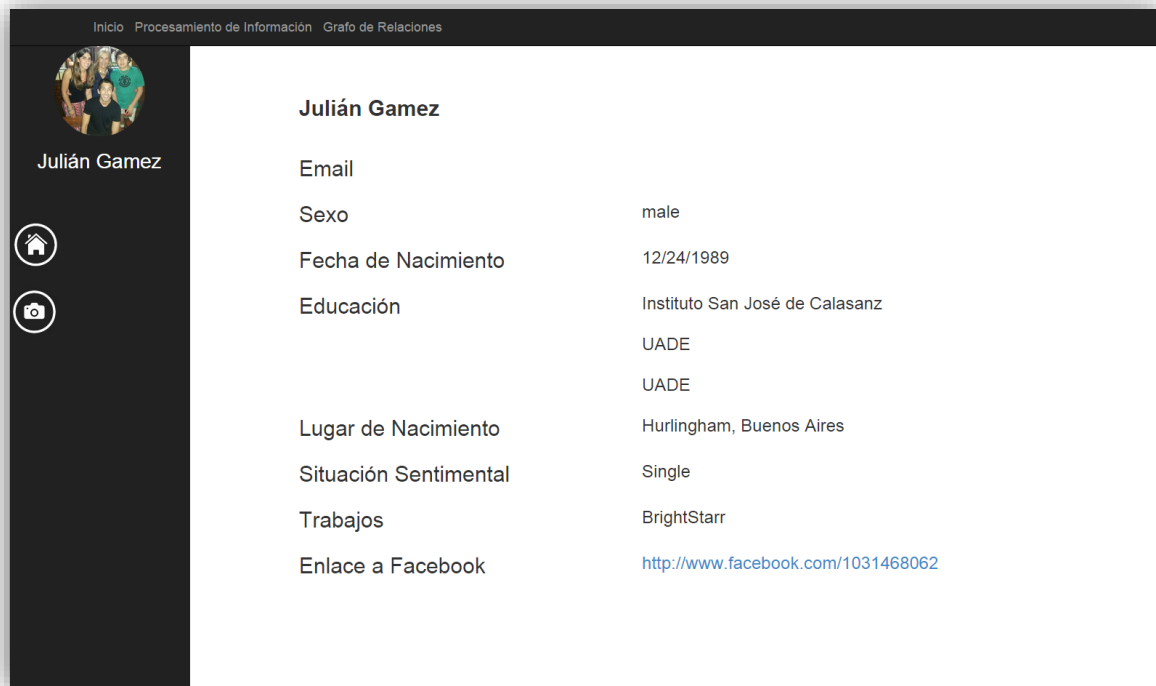


Figura 32: Información personal del Usuario

La primera sección presenta información personal del individuo, como su fecha y lugar de nacimiento, situación sentimental, educación y trabajo.

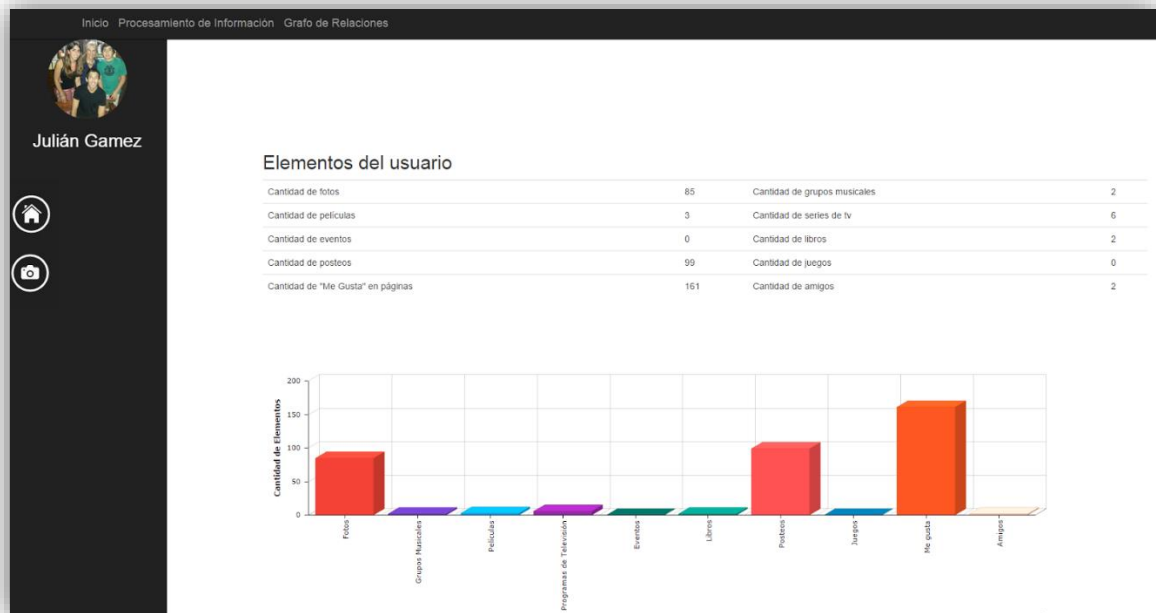


Figura 33: Cantidad de elementos del Usuario

La segunda sección, en cambio, muestra la cantidad de elementos que se obtuvieron del usuario para el presente análisis. Dichos elementos luego son los que se comparan con los elementos de los demás actores para obtener las preferencias en común y la fuerza de cada relación.

Información de las Relaciones

Además de analizar la información de cada individuo, es posible analizar la información de cada relación. Para ello, es necesario seleccionar la relación que se desea analizar.



Figura 34: Grafo de Relaciones - Información de la Relación

Una vez seleccionada la arista, se presenta una sección con los elementos en común entre las dos personas de la relación.

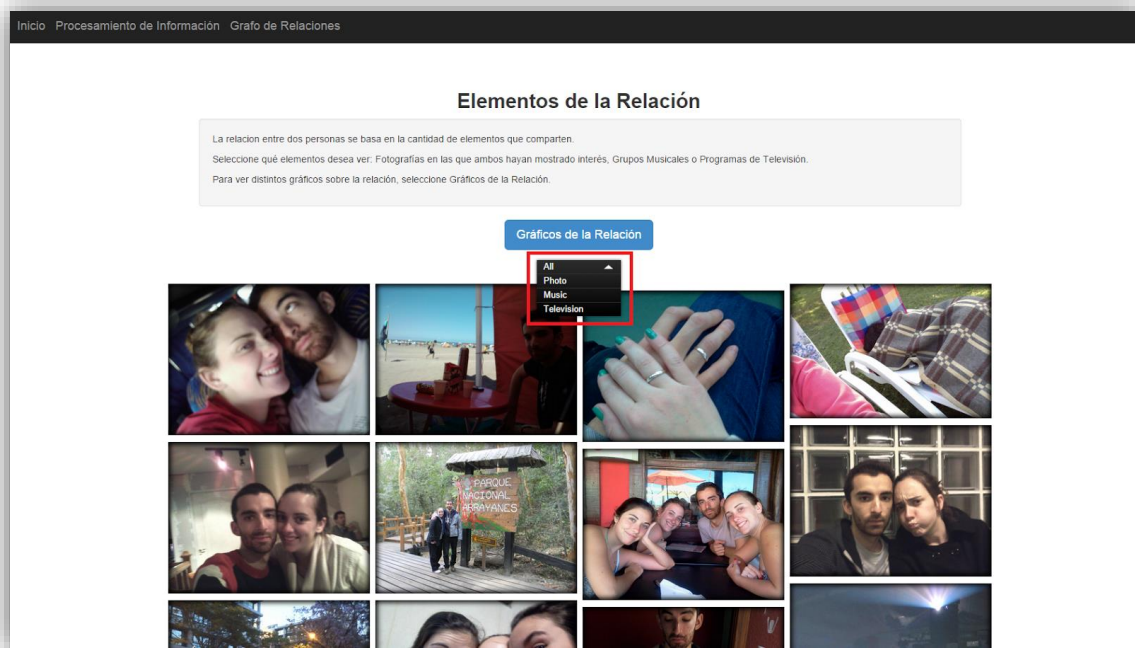


Figura 35: Elementos de la Relación

En dicha sección se muestran los elementos en común entre las dos personas. Mediante un campo de selección es posible elegir si se desean ver las fotos, los grupos musicales o los programas de televisión.

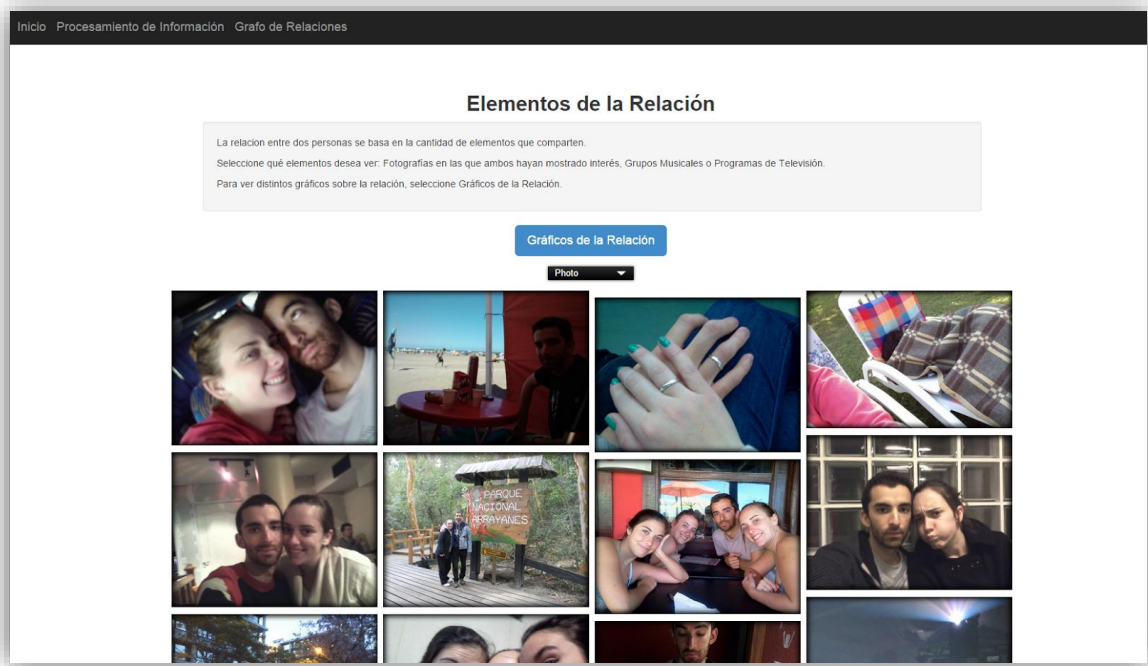


Figura 36: Elementos de la Relación - Fotos

La opción “Fotos” lista las fotografías en las que ambos mostraron interés, ya sea por un comentario, un “Me gusta” o porque ambos aparecen en ella.

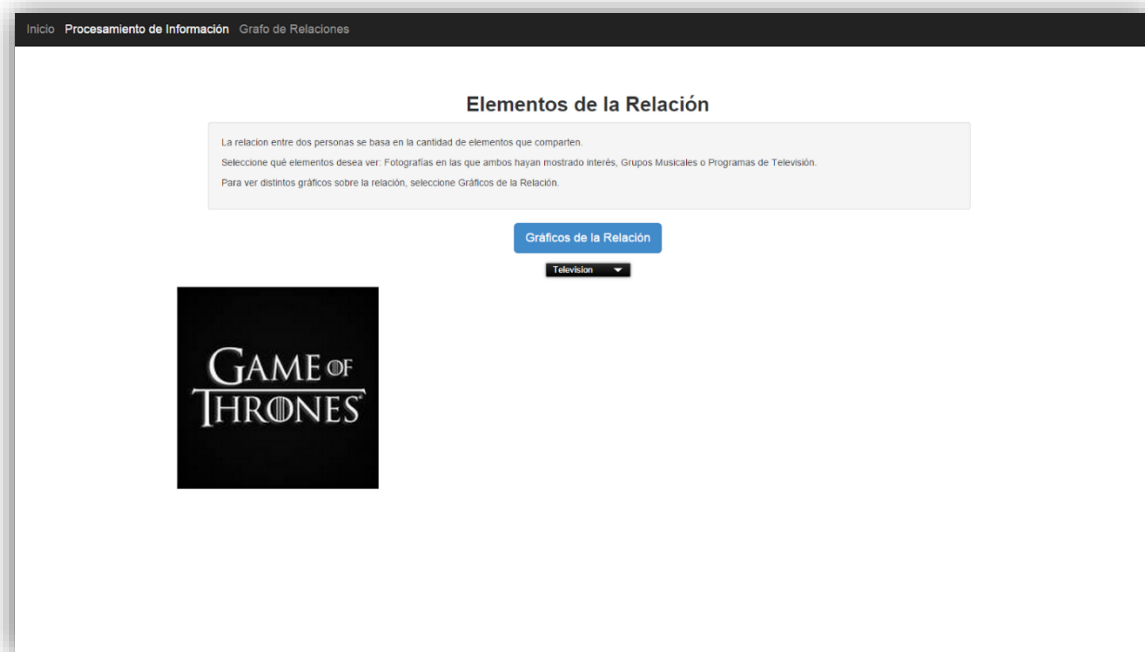


Figura 37: Elementos de la Relación - Programas de Televisión

La opción “Programas de Televisión” muestra los programas que ambos mostraron interés, es decir, que indicaron “Me gusta” a la página de Facebook de dicho programa.



Figura 38: Elementos de la Relación - Grupos Musicales

La opción “Grupos Musicales” muestra los grupos musicales que ambos mostraron interés, es decir, que indicaron “Me gusta” a la página de Facebook de dicho grupo.

Además de los elementos en común, este panel presenta una sección que detalla dos gráficos diferentes basados en la relación. Para ir a dicha sección, se presenta el siguiente botón.

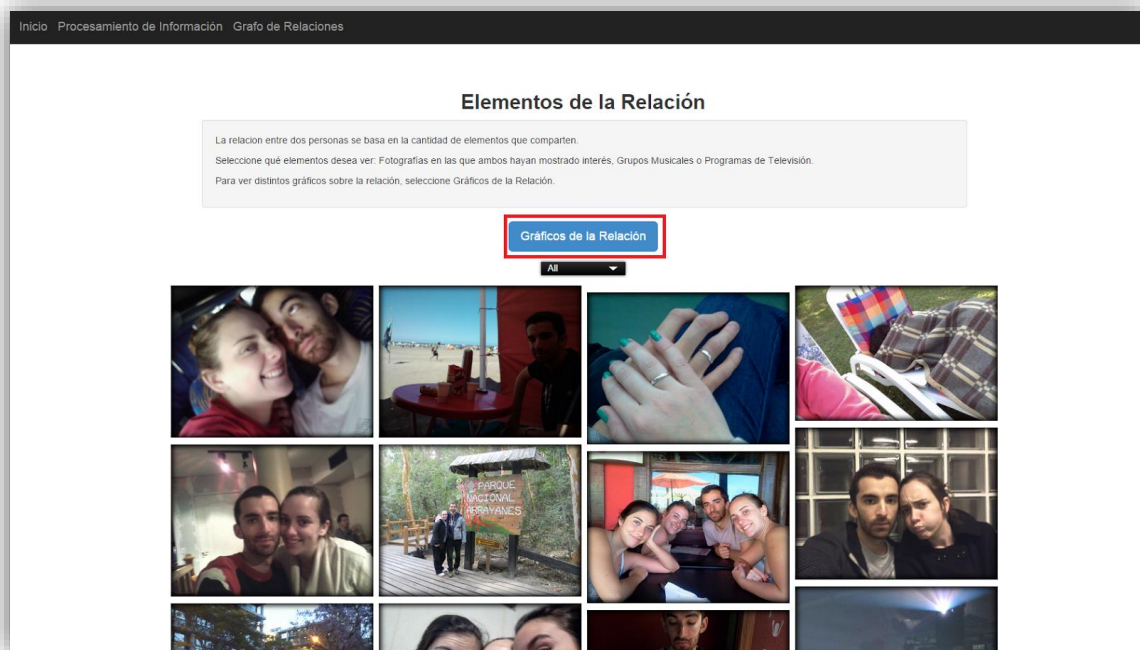


Figura 39: Elementos de la Relación - Gráficos de la Relación

Dicho botón conduce a un panel que da la posibilidad de generar dos tipos diferentes de gráficos.

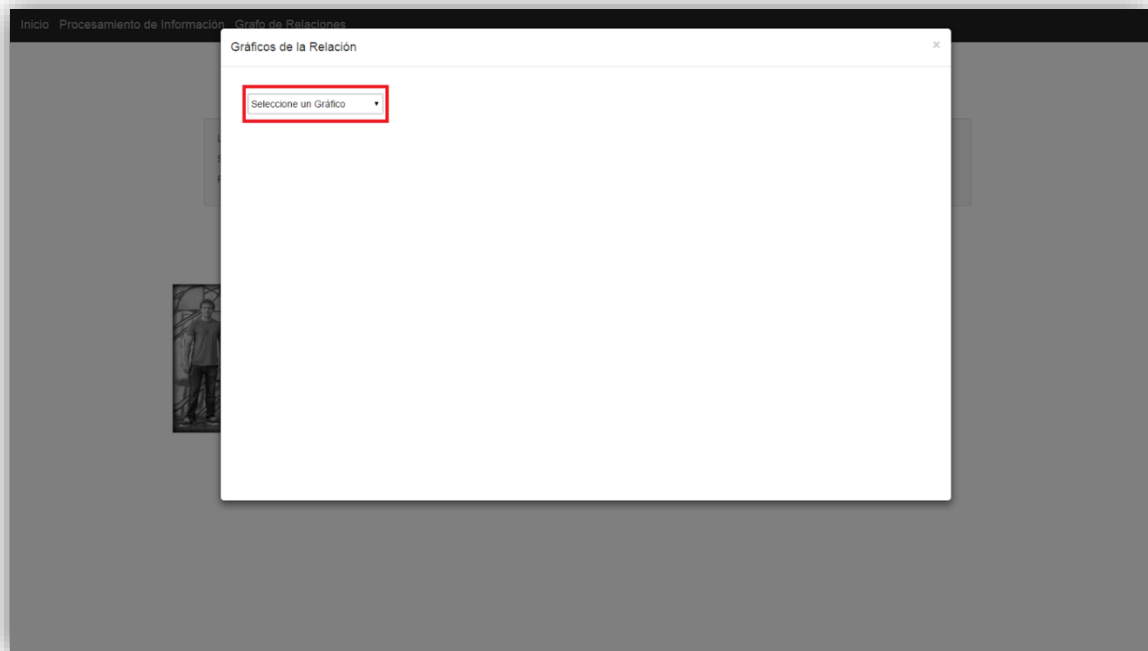


Figura 40: Elementos de la Relación - Opciones Gráficos de la Relación

El primer tipo de gráfico es el “Gráfico por Peso”, el cual representa al peso total como el 100% del peso, y brinda un detalle sobre cómo se encuentra compuesto ese peso.



Figura 41: Elementos de la Relación - Gráfico por Peso

El segundo tipo de gráfico, en cambio, es el “Gráfico por Cantidad de Elementos”, el cual representa el número de elementos con el que cuenta cada relación, sin la aplicación de las ponderaciones definidas.

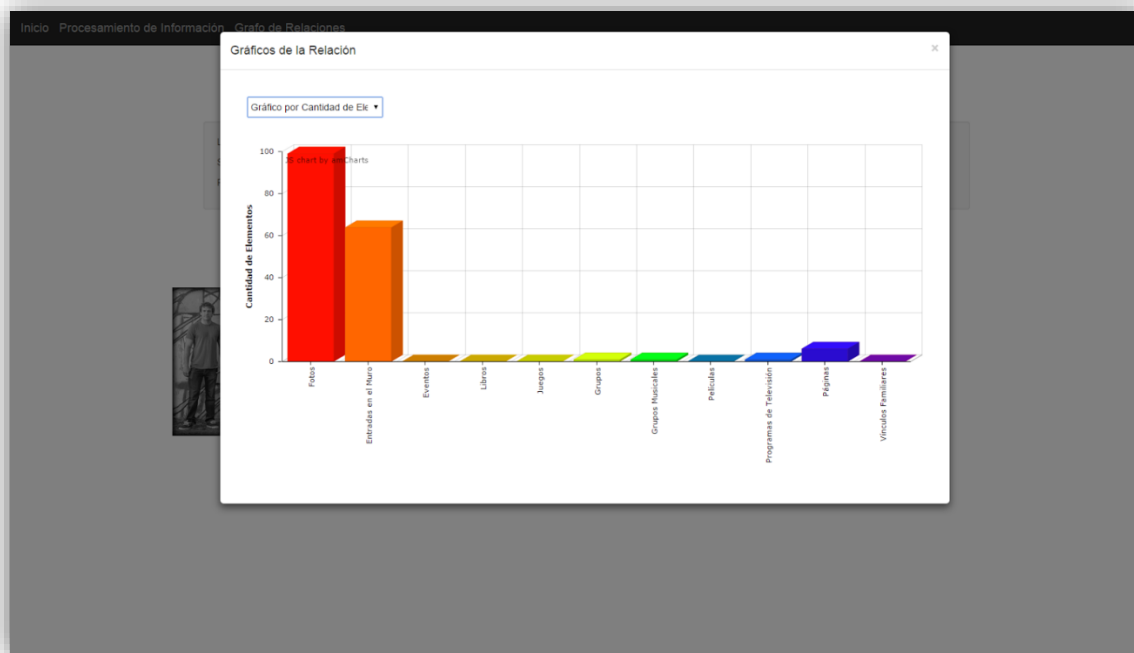


Figura 42: Elementos de la Relación - Gráfico por Cantidad de Elementos

Cálculo de Caminos Mínimos

Además de poder obtener información de los usuarios y de las relaciones entre ellos, se presenta una funcionalidad para poder calcular cual es el camino más fuerte entre dos usuarios que no se encuentran directamente relacionados. Para acceder a esta sección es necesario hacer clic en Caminos Mínimos.

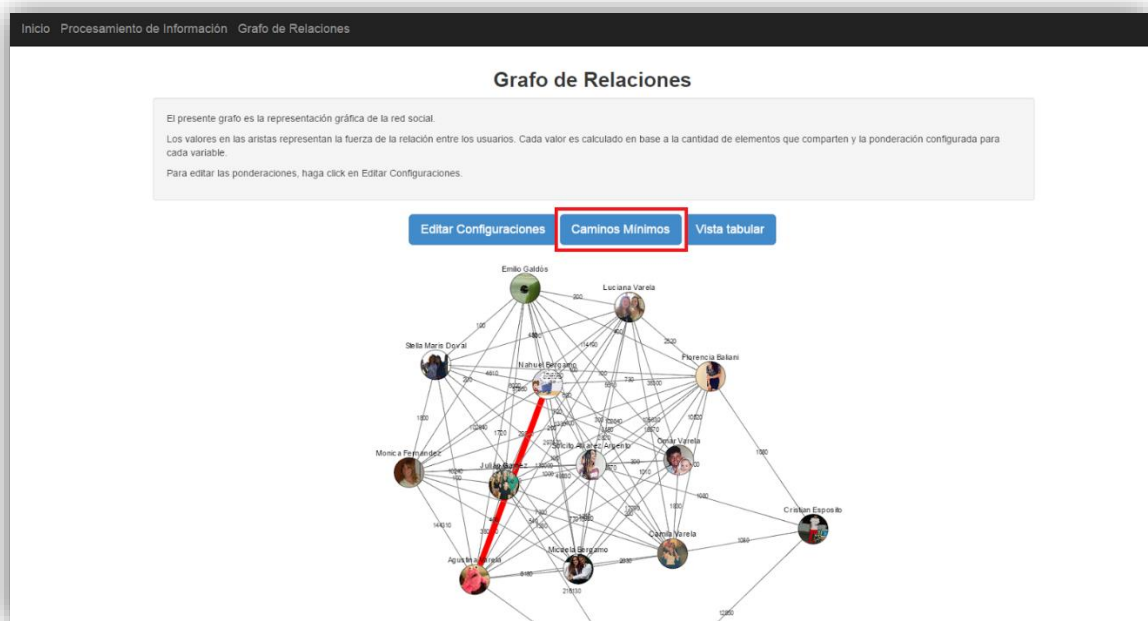


Figura 43: Grafo de Relaciones - Caminos Mínimos

Este panel presenta una vista del grafo similar a la anterior pero con la posibilidad de seleccionar dos usuarios para poder así observar los resultados.

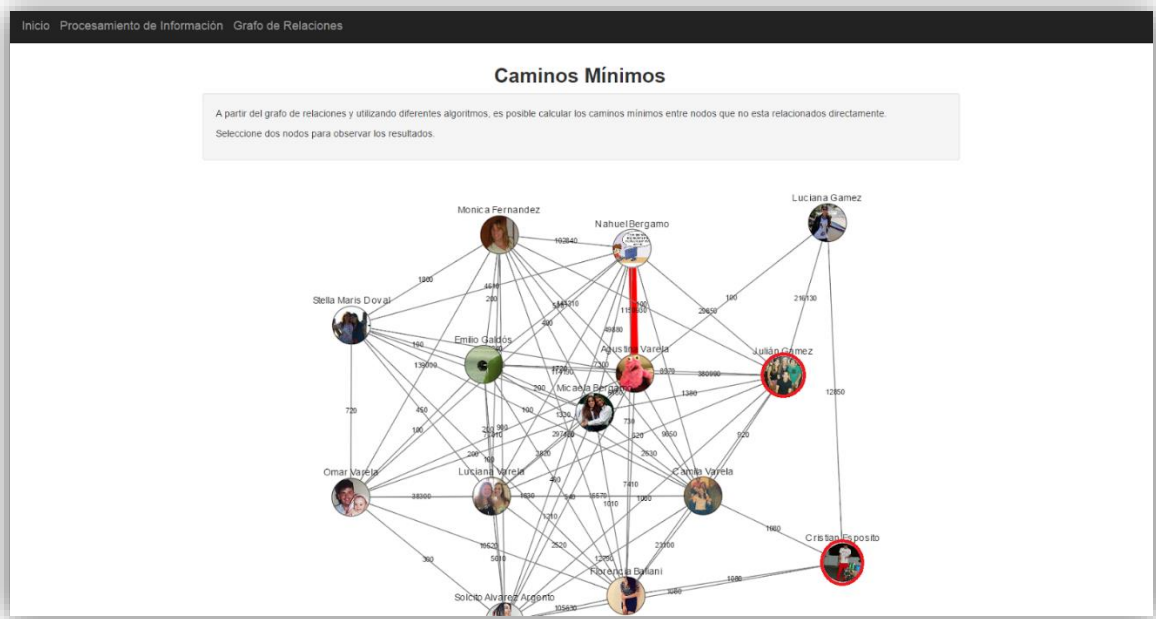


Figura 44: Caminos Mínimos

Una vez se hayan seleccionado dos usuarios, se presenta una pantalla con los caminos mínimos. Con el objetivo de poder comparar distintos resultados, se utilizan tres algoritmos, Dijkstra, Floyd-Warshall y Bellman-Ford, y se muestran los nodos que componen cada uno de los caminos para poder llegar del usuario origen al usuario destino seleccionados previamente.

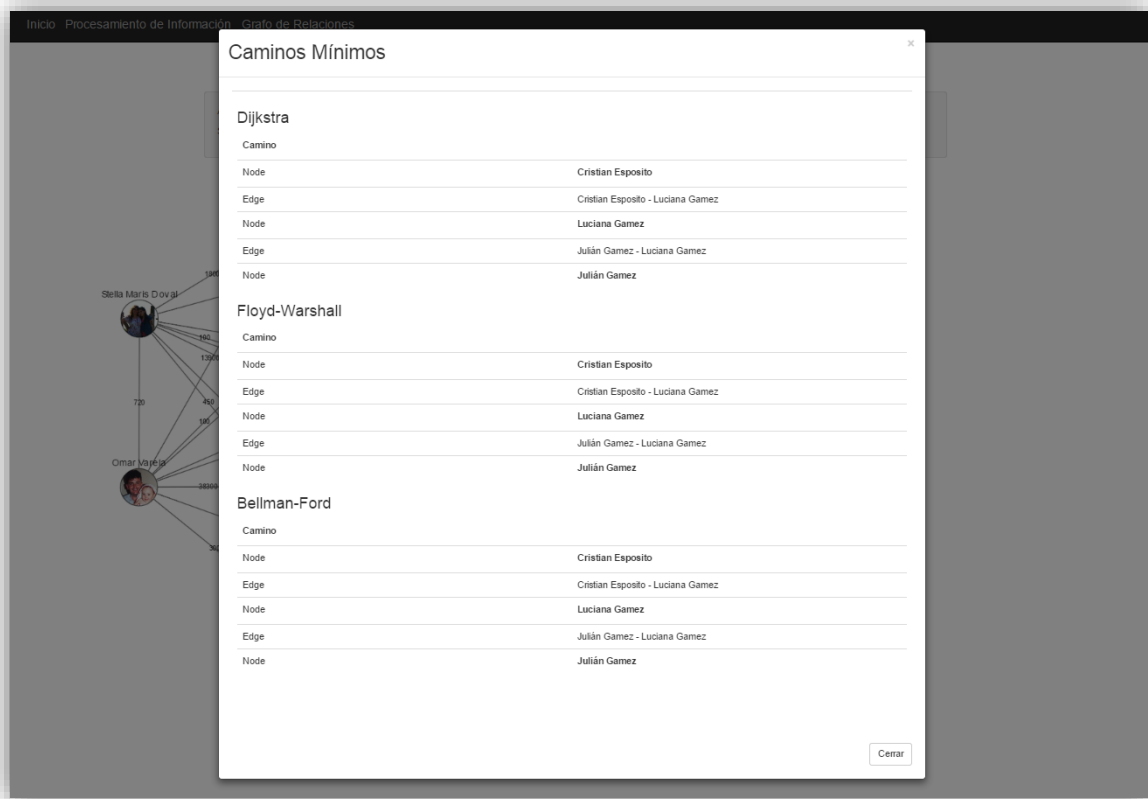


Figura 45: Caminos Mínimos – Resultados

11. Conclusiones

La realización del presente trabajo constó de varios estadios que incluyen desde la investigación sobre todos los aspectos relacionados a lo teórico hasta el análisis de diferentes tecnologías disponibles para la extracción, utilización y representación de los datos.

El primero de estos pasos fue la adquisición de conocimientos relacionados con la teoría de las redes sociales, evolución de las mismas, funcionalidades que proveen cada una de ellas y demás aspectos que fueron fundamentales para entender el impacto que tienen las redes sociales dentro de una comunidad. Si bien en la actualidad el uso de las redes sociales esta masificado y las principales funcionalidades son de uso cotidiano, fue importante comprender cómo traducir cada uno de los elementos disponibles dentro de ellas a un modelo que nos permitiera cuantificar las relaciones.

El siguiente paso fue estudiar cómo extraer la información de la red social seleccionada, Facebook, debido a que para su análisis era de suma importancia tener los datos en una aplicación propia, de manera de poder manipularlos según nuestra conveniencia. Llegamos a la conclusión de que Facebook provee un servicio web que bajo ciertos parámetros de configuración y permisos, permite sustraer la información de los usuarios. Esta aplicación es la que se conoce con el nombre de Graph API.

El próximo paso fue evaluar las tecnologías existentes para consultar, extraer y almacenar los datos en cuestión. Estas variaron desde lenguajes de scripting como Javascript a lenguajes del servidor, por ejemplo C#. Por conocimientos de los autores del presente proyecto, se decidió la adopción del lenguaje C# sobre el framework ASP .NET MVC, el cual ofrece una arquitectura de modelo, vista y controlador muy adecuada para el desarrollo de aplicaciones que utilizar servicios web debido a que permite separar por capas el acceso y la vista de la información.

Luego, pero no con una menor importancia, se eligió el tipo de almacenamiento para toda la información disponible. Nuevamente por experiencia de los autores, se escogió la tecnología provista por Microsoft, SQL Server, para elaborar un modelo relacional que nos permitiera mantener la información en entornos exteriores a Facebook.

Superado con éxito el almacenamiento de la información, el siguiente paso fue la presentación de los datos luego de ser procesados, es decir, la información obtenida. Siguiendo la tendencia actual de la representación de la información del lado del cliente (Client side) se

arribó a que era conveniente desarrollar servicios web que provean la información pertinente para cada vista y que el encargado de graficarla sean diversas librerías Javascript.

Se llegó a la conclusión de que todos los pasos seguidos fueron superados con los resultados esperados, debido a que tanto la extracción, como el almacenamiento, el análisis y la presentación fueron viables. Los datos pudieron ser almacenados correctamente, el procesamiento de los mismos proporcionaron información concreta y la representación de la información también fue llevada a cabo sin mayores complicaciones. Se esperaba encontrar limitaciones, detalladas a continuación, y esto también representó un resultado acertado.

El desarrollo final tienen las siguientes restricciones:

- Por motivos de tiempos de procesamiento la información debe ser actualizada por un proceso que se ejecuta en una instancia distinta a la de presentación de los datos.
- Actualmente es necesaria una conexión a internet de 6 mbps para poder tener una velocidad aceptable al momento de cargar ciertas páginas de la aplicación. Esto se debe a que se están persistiendo las direcciones URL de las imágenes, y por este motivo, al momento de la página, se deben descargar datos proporcionales a la cantidad de imágenes involucradas en la relación.
- Al incrementar el número de usuarios se nota una reducción en el rendimiento de la aplicación. Esto está relacionado con la configuración del entorno que ejecuta la misma. En caso de manejar un elevado número de sujetos de estudio, debe contemplarse un plan de escalamiento del entorno. Sin embargo, esto se encuentra fuera del alcance del prototipo y del presente trabajo. Cabe aclarar que el algoritmo se encuentra preparado para la ejecución con N cantidad de usuarios y que las limitaciones no están vinculadas con el mismo, sino con los motivos explicados anteriormente.
- Algo similar ocurre con la presentación de la información en forma de grafo. Al incrementar el número de usuarios, disminuye la legibilidad del mismo haciendo que dicha vista quede inutilizable. Es por este motivo que se incluyó una vista tabular que permite el filtrado y la fácil localización de un sujeto y sus relaciones. No obstante, sería una buena opción incluir tablas de doble entrada para identificar las relaciones que hay

entre los usuarios. Nuevamente se consideró que esto debería quedar fuera de alcance puesto que ya la cantidad de usuarios se veía limitada por el Hardware disponible.

Se destaca muy especialmente la flexibilidad que se logró tanto en el análisis como en el prototipo en sí mismo. Para el establecimiento de las relaciones pueden aplicarse pesos configurables y diversos filtros que hacen que los resultados obtenidos sean aplicables a distintos análisis. De esta forma, partiendo de un número elevado de usuarios y relaciones puede lograrse acotar al grupo a un número representable por un grafo.

Otro aspecto a resaltar es el que se observa al variar el peso de los elementos que influyen en el cálculo del peso de la relación. Se observa que al modificar estos valores, el gráfico que muestra el peso de los elementos dentro de una relación, se vio modificado, mientras que el gráfico que muestra la cantidad de elementos incluidos en el cálculo permaneció estable frente a estas modificaciones. Esto deja en claro que la variabilidad de los pesos impactada directamente en los gráficos relacionados con las proporciones del peso obtenido y no así con la cantidad de elementos involucrados.

Hemos podido constatar que basándonos en los dos métodos descriptos en la sección “Análisis de Redes Sociales” la inclinación del proceso utilizado fue hacia el método Socio-céntrico puesto que el enfoque estuvo orientado hacia el análisis de la red como un todo y no enfocándose en un individuo en particular. No obstante, es posible hacer foco sobre uno de los individuos del grafo resultante y observar las relaciones que el mismo posee, obteniendo un mayor detalle cuando se accede a cada una de ellas. Por este motivo podemos decir que si bien el análisis fue en su mayoría del tipo Socio-céntrico, tiene, aunque en una menor proporción, un aporte ego-céntrico.

Debido a todas estas menciones podemos afirmar que el análisis basado en los datos existentes en la red social de estudio fue llevado a cabo satisfactoriamente, arribando a un prototipo que pone en evidencia lo investigado durante todo el ciclo de desarrollo de este proyecto.

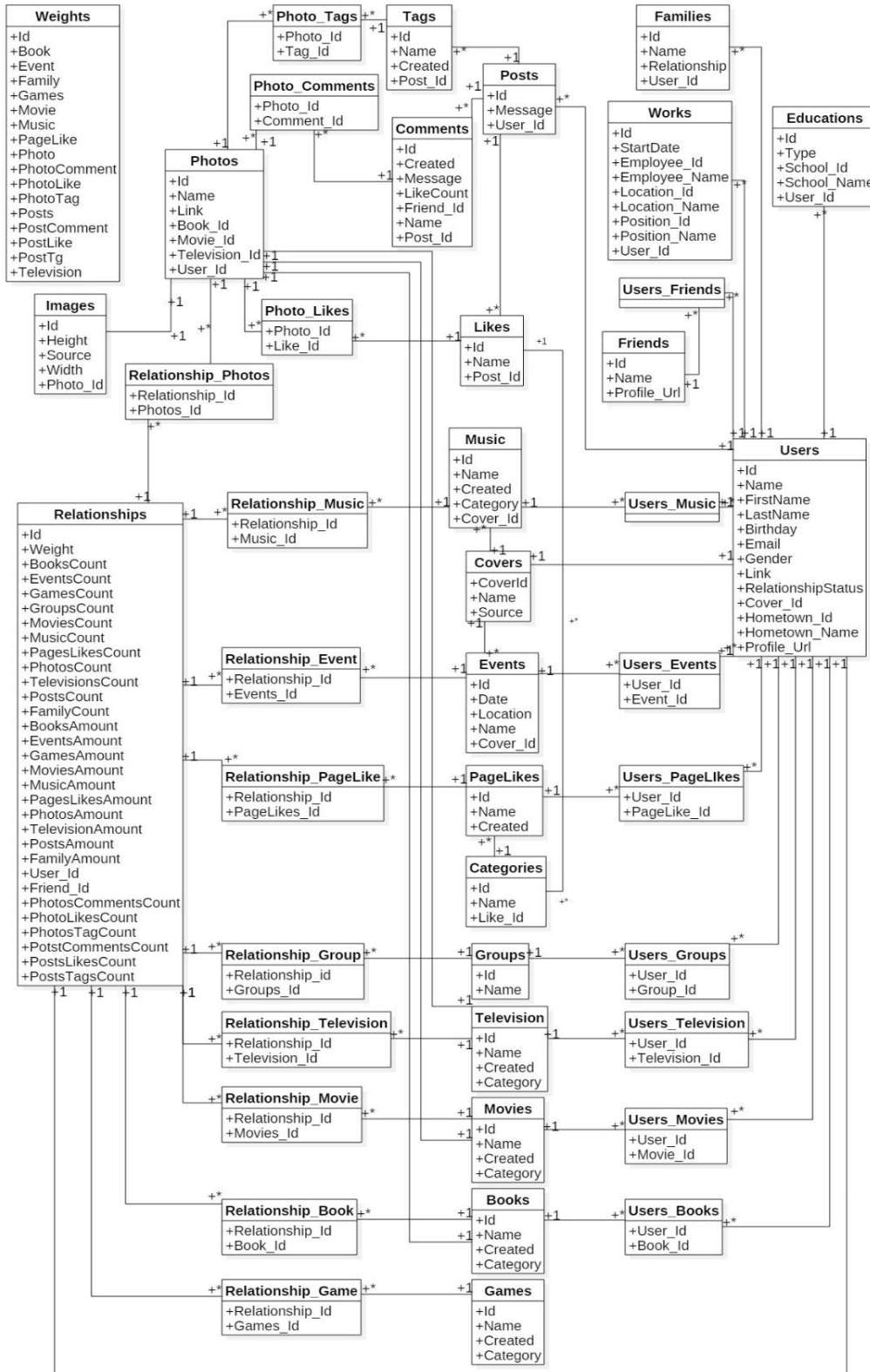
12. Bibliografía

1. Abraham, Ajith, Hassanien, Aboul-Ella, Snásel, Václav, “*Computational Social Network Analysis*”, Ed. Springer, 2010
2. Russell, Matthew A., “*Mining the Social Web, Second Edition*”, Ed. O'Reilly Media, 2013
3. “*The Graph API*”, [Consulta: 10 octubre 2014]. Disponible en:
<https://developers.facebook.com/docs/graph-api>
4. Ponce, Isabel, “*Redes Sociales: Historia de las Redes Sociales*”, España: 17 abril 2012, [Consulta: 26 octubre 2014]. Disponible en:
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/internet/web-20/1043-redes-sociales?start=2>
5. De Ugarte, David, “*Trilogía de las redes: El poder de las redes*”, Ed. Biblioteca de las Indias, Bilbao, España: 2011, [Consulta: 26 octubre 2014]. Disponible en:
<http://lasindias.org/el-poder-de-las-redes>
6. Zambrano, Francisco, Bucarelo, María, “*Clasificación de las redes sociales*”, San Cristobal, Tachira, Venezuela: 2010, [Consulta: 27 octubre 2014]. Disponible en:
<http://rsucatinformatica.blogspot.com.ar/p/clasificacion-de-las-redes-sociales.html>
7. “*La historia de Facebook completa*”, [Consulta: 26 octubre 2014]. Disponible en:
<http://www.redlatinos.com/posts/info/4993/La-Historia-de-FACEBOOK-completa.html>
8. Moreno Valencia, Carmen, “*Grafos*”, España: 2007, [Consulta: 11 noviembre 2014]. Disponible en: <http://www.uclm.es/profesorado/mdmoreno/GrafosITA.pdf>
9. “*Representación de grafos. Matriz de incidencia. Matriz de adyacencia*”, Colombia, Universidad de Antioquia, [Consulta: 11 noviembre 2014]. Disponible en:
http://docencia.udea.edu.co/regionalizacion/teoriaderedes/informaci%F3n/C1_RepresentacionMatrices.pdf

10. Tutte, William Thomas, “*Graph Theory*”, Faculty of Mathematics, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, Cambridge Mathematical Library
11. “*Matriz de Incidencia*”, [Consulta: 24 octubre 2015]. Disponible en:
<http://matedisjos.es.tl/UNIDAD-V.htm>
12. Lozare, Carlos, “*La teoría de redes sociales*”, Papers 48, 1996 103-126, Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Sociología. 08193 Bellaterra (Barcelona), España, [Consulta: 03 marzo 2015]. Disponible en:
<http://www.raco.cat/index.php/papers/article/viewFile/25386/58613>
13. Zeevi, Daniel, “*The Ultimate History of Facebook [INFOGRAPHIC]*”, Pittsburgh, PA: 21 febrero 2013, [Consulta: 26 octubre 2014]. Disponible en:
<http://www.socialmediatoday.com/content/ultimate-history-facebook-infographic>
14. “*What is HTTP*”, [Consulta: 03 enero 2015]. Disponible en:
<http://www.computerhope.com/jargon/h/http.htm>
15. Chavez Perez, Diego, Hernandez Vasquez, Daniel, Sanchez Cama, Richard, “Caminos Mínimos - Algoritmo de Dijkstra”, [Consulta: 15 marzo 2015] Disponible en:
<http://grafos-caminosminimos.wikispaces.com/C.M.+-+Algoritmo+de+Dijkstra>
16. Thomas H., Cormen, Charles E., Leiserson, Ronald L., Rivest, Clifford, Stein, “Introduction to Algorithms“, Segunda Edición. MIT Press and McGraw-Hill, 2001. , ISBN 0-262-03293-7. Sección 24.1: The Bellman-Ford algorithm, pp.588–592.
17. Thomas H., Cormen, Charles E., Leiserson, Ronald L., Rivest, Clifford, Stein, “Introduction to Algorithms“, Segunda Edición. MIT Press and McGraw-Hill, 2001. , ISBN 0-262-03293-7. Sección 25.2: The Floyd-Warshall algorithm, pp.535–541.
18. “Tipos de Redes Sociales”, [Consulta: 22 octubre 2015], Disponible en:
<http://www.tiposde.org/internet/87-tipos-de-redes-sociales/>

13.Anexos

Anexo A - Diagrama de Base de Datos



En el presente anexo se detallan todas las tablas y campos de la base de datos con sus nombres actuales y significado. Se denomina PK (Primary Key o Clave Primaria) al campo que identifica de forma única a cada fila en la tabla y FK (Foreign Key o Clave Foránea) al campo que hace referencia a la clave primaria de otra tabla.

- Users: Usuarios de Facebook
 - Id: (PK) Id del usuario
 - Name: Nombre completo del usuario
 - FirstName: Nombre del usuario
 - LastName: Apellido del usuario
 - Birthday: Fecha de nacimiento del usuario
 - Email: Email del usuario
 - Gender: Género del usuario
 - Link: Enlace al perfil de Facebook del usuario
 - RelationshipStatus: Estado civil del usuario
 - Cover_Id: FK a la tabla Covers
 - Hometown_Id: Id de Facebook del pueblo de origen del usuario
 - Hometown_Name: Nombre del pueblo de origen del usuario
 - Profile_Url: Enlace a la foto de perfil del usuario
- Educations: Instituciones educativas a las que ha asistido el usuario
 - Id: (PK) Id de la institución
 - Type: Tipo de institución
 - School_Id: Id de Facebook de la institución educativa
 - School_Name: Nombre de la institución educativa
 - User_Id: FK a la tabla Users
- Works: Puestos de trabajo que ha ocupado el usuario
 - Id: (PK) Id del puesto de trabajo
 - StartDate: Fecha de inicio del trabajo
 - Employee_Id: Id de Facebook del empleador
 - Employee_Name: Nombre del empleador
 - Location_Id: Id de Facebook de la ubicación del puesto de trabajo
 - Location_Name: Nombre de la ubicación

- Position_Id: Id de Facebook de la posición ocupada por el usuario
 - Position_Name: Nombre de la posición
 - User_Id:FK a la tabla Users
- Families: Relaciones familiares del usuario
 - Id: (PK) Id del vínculo familiar
 - Name: Nombre del vínculo familiar
 - Relationship: Tipo de vínculo familiar
 - User_Id: FK a la tabla Users
- Friends: Amigos de los usuarios de Facebook
 - Id: (PK) Id del amigo
 - Name: Nombre del amigo
 - Profile_Url: Enlace al perfil de Facebook del amigo
- User_Friends: Tabla relación entre Users y Friends, representa que amigos tiene cada usuario
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Friend_Id: FK a la tabla Friends
- User_Events: Tabla que representa que usuario creó cada evento
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Event_Id: FK a la tabla Events
- Events: Eventos
 - Id: (PK) Id del evento
 - Date: Fecha del evento
 - Location: Ubicación del evento
 - Name: Nombre del evento
 - Cover_Id: PK a la tabla Covers
- Relationship_Event: Relaciones que tienen un evento en común
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Events_Id: FK a la tabla Events
- Covers: Imágenes de portada
 - CoverId: (PK) Id de la imagen de portada
 - Name: Nombre de la imagen de portada

- Source: Enlace a la imagen de portada
- Relationships: Tabla que relaciona cada User con cada Friend y representa las preferencias que comparten y sus interacciones en Facebook. Los campos Count detallan la cantidad de elementos de cada tipo que tienen en común.
 - Id: (PK) Id de la relación
 - BooksCount: Cantidad de libros en común de la relación
 - EventsCount: Cantidad de eventos en común de la relación
 - GamesCount: Cantidad de juegos en común de la relación
 - GroupsCount: Cantidad de grupos en común de la relación
 - MoviesCount: Cantidad de películas en común de la relación
 - MusicCount: Cantidad de grupos musicales en común de la relación
 - PagesLikeCount: Cantidad de páginas en común de la relación
 - PhotosCount: Cantidad de fotos en común de la relación
 - TelevisionsCount: Cantidad de programas de televisión en común de la relación
 - PostsCount: Cantidad de entradas en muros entre los integrantes de la relación
 - FamilyCount: Indica si los integrantes de la relación son familiares o no
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Friend_Id: FK a la tabla Friends
- Users PageLikes: Usuario que le gusta una página de Facebook
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - PageLike_Id: FK a la tabla PageLikes
- Relationship PageLike: Relaciones que tienen una página en común
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - PageLike_Id: FK a la tabla PageLikes
- PageLikes: Páginas de Facebook
 - Id: (PK) Id de la página
 - Name: Nombre de la página
 - Created: Fecha de creación de la página
- Categories: Categorías de los diferentes elementos, juegos, películas, libros, etc.
 - Id: (PK) Id de la categoría
 - Name: Nombre de la categoría

- Like_Id: FK a la tabla Likes
- Relationship Photo: Relaciones que tienen una foto en común
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Photos_Id: FK a la tabla Photos
- Photos: Fotos vinculadas a libros, películas, programas de televisión o usuarios
 - Id: (PK) Id de la foto
 - Name: Nombre de la foto
 - Link: Enlace a la foto
 - Book_Id: FK a la tabla Books
 - Movie_Id: FK a la tabla Movies
 - Television_Id: FK a la tabla Televisions
 - User_Id: FK a la tabla Users
- Images: Información propia de la imagen
 - Id: (PK) Id de la imagen
 - Height: Altura de la imagen
 - Width: Ancho de la imagen
 - Source: Enlace a la imagen
 - Photo_Id: FK a la tabla Photos
- Photo Likes: “Me gusta” en las fotos
 - Photo_Id: FK a la tabla Photos
 - Like_Id: FK a la tabla Likes
- Likes: “Me gusta” en las entradas en el muro
 - Id: (PK) Id de los “Me gusta”
 - Name: Nombre del “Me gusta”
 - Post_Id: FK a la tabla Posts
- Photo Comments: Fotos vinculadas a los comentarios
 - Photo_Id: FK a la tabla Photos
 - Comment_Id: FK a la tabla Comments
- Comments: Comentarios en entradas en el muro
 - Id: (PK) Id del comentario
 - Created: Fecha de creación

- Message: Mensaje del comentario
- LikeCount: Cantidad de “Me gusta” del comentario
- Friend_Id: FK a la tabla Friends
- Name: Nombre del comentario
- Post_Id: FK a la tabla Posts
- Posts: Entradas en el muro de un usuario
 - Id: (PK) Id de la entrada en el muro
 - Message: Mensaje
 - User_Id: FK a la tabla Users
- Tags: Etiquetas
 - Id: (PK) Id de la etiqueta
 - Name: Nombre de la etiqueta
 - Created: Fecha de creación de la etiqueta
 - Post_Id: FK a la tabla Posts
- Photo Tags: Etiquetas de una foto
 - Photo_Id: FK a la tabla Photos
 - Tag_Id: FK a la tabla Tags
- Movies: Películas
 - Id: (PK) Id de la película
 - Name: Nombre de la película
 - Created: Fecha de creación de la película
 - Category: Categoría de la película
- User Movies: Usuarios que les gusta una película
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Movie_Id: FK a la tabla Movies
- Relationship Movies: Relaciones que tienen en común una película
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Movie_Id: FK a la tabla Movies
- Books: Libros
 - Id: (PK) Id de un libro
 - Name: Nombre de un libro

- Created: Fecha de creación de un libro
 - Category: Categoría de un libro
- User Books: Usuarios que les gusta un libro
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Book_Id: FK a la tabla Books
- Relationship Books: Relaciones que tienen en común un libro
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Book_Id: FK a la tabla Books
- Television: Programas de televisión
 - Id: (PK) Id del programa de televisión
 - Name: Nombre del programa de televisión
 - Created: Fecha de creación del programa de televisión
 - Category: Categoría del programa de televisión
- Users Television: Usuarios que les gusta un programa de televisión
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Television_Id: FK a la tabla Television
- Relationship Television: Relaciones que tienen en común un programa de television
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Television_Id: FK a la tabla Television
- Games: Juegos
 - Id: (PK) Id del juego
 - Name: Nombre del juego
 - Created: Fecha de creación del juego
 - Category: Categoría del juego
- Relationship Game: Relaciones que tienen en común un juego
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Game_Id: FK a la tabla Games
- Groups: Grupos de usuarios
 - Id: (PK) Id del grupo
 - Name: Nombre del grupo
- Users Groups: Usuarios pertenecen a un grupos

- User_Id: FK a la tabla Users
- Group_Id: FK a la tabla Groups
- Relationship_Group: Relaciones que tienen en común un grupo
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Groups_Id: FK a la tabla Groups
- Music: Grupos Musicales
 - Id: (PK) Id del grupo musical
 - Name: Nombre del grupo musical
 - Created: Fecha de creación del grupo musical
 - Category: Categoría del grupo musical
 - Cover_Id: FK a la tabla Covers
- Users_Music: Usuarios que les gusta un grupo musical
 - User_Id: FK a la tabla Users
 - Music_Id: FK a la tabla Music
- Relationship_Music: Relaciones que tienen en común un grupo musical
 - Relationship_Id: FK a la tabla Relationships
 - Music_Id: FK a la tabla Music
- Weights: Ponderaciones configuradas para las variables
 - Id: (PK) Id del peso
 - Book: Ponderación de la variable libro
 - Event: Ponderación de la variable evento
 - Family: Ponderación de la variable lazo familiar
 - Games: Ponderación de la variable juego
 - Movie: Ponderación de la variable película
 - Music: Ponderación de la variable grupo musical
 - PageLike: Ponderación de la variable página de Facebook
 - Photo: Ponderación de la variable foto
 - PhotoComment: Ponderación de la variable comentario en una foto
 - PhotoLike: Ponderación de la variable “Me gusta” en una foto
 - PhotoTag: Ponderación de la variable mención de un usuario en una foto
 - Post: Ponderación de la variable entrada en el muro

- PostComment: Ponderación de la variable comentario en una entrada en el muro
- PostLike: Ponderación de la variable “Me gusta” en una entrada en el muro
- PostTag: Ponderación de la variable mención de un usuario en una entrada en el muro
- Television: Ponderación de la variable programa de televisión