

Análisis de redes sociales: un caso práctico

Antonieta Kuz¹, Mariana Falco¹, Roxana Giandini^{1,2}

¹ Universidad Tecnológica Nacional, LINSI, La Plata, Buenos Aires, Argentina

² Universidad Nacional de La Plata, LIFIA, Facultad de Informática, La Plata, Buenos Aires, Argentina

{akuz, mfalco}@frlp.utn.edu.ar, giandini@info.unlp.edu.ar

Resumen. Las redes sociales son consideradas como nuevos modos de socialización, a partir de ellas se puede tener una fuente de interacción entre las personas posibilitando la contextualización de fenómenos sociales entre los individuos y las relaciones inherentes que han surgido. Las diferentes herramientas computacionales junto con las métricas que brindan, sirven como base de conocimiento desde su aplicabilidad práctica sobre un tópico relevante como lo es el Análisis de Redes Sociales (ARS). Haciendo foco en Gephi como una herramienta de ARS, simple de usar y comprender en cuanto a métricas y visualizaciones, analizaremos un caso de estudio práctico en el ámbito educativo donde evaluaremos la dinámica de comunicación en un foro asíncrono dentro del contexto del ARS. Se evidenciará que las métricas del ARS y la visualización de la estructuración de los nodos y de las interacciones son una vía útil y potencialmente efectiva para analizar patrones de interacción en línea. Integrar esta aproximación del ARS al contexto educativo, es un medio que le permite al profesor detectar y diagnosticar el clima social e intervenir de acuerdo a los resultados obtenidos. Finalmente, determinaremos conclusiones acerca de esta metodología y su utilidad en este dominio, como así también las líneas de trabajo futuro.

Palabras clave. Análisis de redes sociales, herramientas software, métricas, redes sociales, Gephi.

Social Network Analysis: a Practical Case Study

Abstract. Social networks are considered a new way of socialization; they can function as a source of interaction among people enabling contextualization of social phenomena between individuals and the emerged

inherent relationships. Various computational tools along with the metrics they provide serve as a knowledge base while applied practically on such relevant topic as the Social Network Analysis (SNA). Focusing on Gephi as an SNA tool, simple to use and understand in terms of metrics and visualizations, we discuss a practical case study in education where we evaluate the dynamics of asynchronous communication in a forum within the context of SNA. It is evident that the SNA metrics and a display of the structure of the nodes and interactions are useful and potentially effective for an online analysis of interaction patterns. Integrating this SNA approach into the educational context will allow the teacher to detect and diagnose the social climate and act according to the results. Finally, we present conclusions concerning the methodology and its utility in this domain, as well as future lines of work.

Keywords. Social network analysis, software tools, metrics, social network, Gephi.

1. Introducción

Actualmente la tecnología Web 2.0 dio lugar a que surgieran sitios interactivos o plataformas como los foros o sitios como Facebook¹, Twitter² y otras comúnmente conocidas como redes sociales, en los cuales el usuario puede crear sus contenidos, compartir fotos, videos, textos, entre otros. Los mismos se han convertido en un factor determinante para la comunicación, relación e interacción entre los usuarios.

Estas plataformas aplicaciones, herramientas que facilitan la interacción, la colaboración, distribución de contenido y experiencias entre los

¹ Facebook, www.facebook.com, última visita diciembre 2015

² Twitter, www.twitter.com, última visita diciembre 2015

usuarios conforman los *Social Media* (término anglosajón que hace referencia a todos aquellos medios de comunicación social online). Pero una red social no es solamente una plataforma, un servicio web o un medio de comunicación social online, que permite a las personas conectarse con sus amigos e incluso realizar nuevas amistades. Lozares [27] considera la red social como la vinculación de un conjunto de actores por medio de relaciones sociales definidas.

Citando a Ávila-Toscano [36], "el método de evaluación de las redes se denomina Análisis de Redes Sociales (abreviado ARS) y en general es considerado como el estudio de la estructura social, y en un sentido más amplio se puede entender como un método cuantitativo por medio del cual se obtiene la estructura social a partir de las regularidades en el patrón de relaciones establecidas entre entidades sociales definidas como personas, grupos u organizaciones".

Para llevar a cabo el ARS los datos relacionales se recogen por observación, cuestionarios, encuestas o métodos etnográficos. Luego, estos datos se procesan mediante los procedimientos formales; estos procedimientos consisten esencialmente en la Teoría de Grafos [11,12] y la de Teoría Matrices [19].

A lo largo del tiempo, el ARS [15] ha desarrollado una metodología propia que ha ido creciendo de forma paralela a la gran variedad de estudios realizados desde distintas disciplinas y perspectivas. Los avances en materia de estudio de las redes, dieron lugar a diferentes investigaciones como aquellas dirigidas al descubrimiento y la descripción de las relaciones entre las personas, estructuras organizacionales [40], la cooperación entre los individuos de una organización, entre otras.

La viabilidad e importancia que representan los sistemas de software como instrumentos de ayuda y como recursos facilitadores para el ARS, en la tarea de realizar análisis de datos, simplificando ciertos engorrosos, en la obtención de medidas y en las visualizaciones de redes. Las mismas brindan versatilidad y la posibilidad de generar recursos visuales atractivos que permiten observar en diversas dimensiones las interacciones que se dan dentro de un grupo de estudio. Hemos encontrado que las propuestas existentes sobre el ARS junto con las aplicaciones

de la Teoría de Grafos han brindado las bases para el desarrollo de una gran cantidad de herramientas y software de análisis.

Posicionándonos dentro del universo de las herramientas de software revisamos aquellas [18] que ofrece el mercado a través de un marco comparativo que sirve como herramienta para contrastar las características que brindan las diferentes plataformas de soporte al ARS.

El conocimiento de la estructura social de las redes, las complejidades de las interacciones y el sistema de agrupaciones construidas por los individuos con sus contactos, son características que definen sus potencialidades y limitantes. El estudio de tales características es una tarea cuya aplicación es posible desarrollar en variados contextos, incluido el educativo.

A través de la presente publicación intentaremos mostrar, mediante la utilización de una herramienta informática llamada Gephi, la posibilidad de brindar al profesor la extracción de conocimiento de la red a través de diferentes técnicas y métodos, configurando la red a partir de un medio social. Para ello intentaremos mostrar cómo partiendo de la premisa sobre la factibilidad y facilidad con la que se puede extraer de una red, que permite analizar y entender el cielo de la aviación.

El resto del artículo se estructura como sigue: en la sección 2, se describe el marco teórico del Análisis de Redes Sociales junto con la contextualización y definición de métricas y herramientas de software. En la sección 3, se describe la herramienta Gephi. En la sección 4, examinaremos un caso de aplicación práctica utilizando Gephi. Finalmente, en la sección 5 se exponen las conclusiones sobre el trabajo y las líneas de trabajo futuro.

2. Conceptualización de las redes sociales

Los individuos establecen relaciones con otros individuos en diferentes contextos. Utilizan dichas relaciones para encontrar información o servicios apropiadamente, dependiendo del contexto y la especificación necesaria. Las relaciones difieren también con respecto a su fuerza, es decir la medida con la que se determina la frecuencia de interacciones con las personas involucradas.

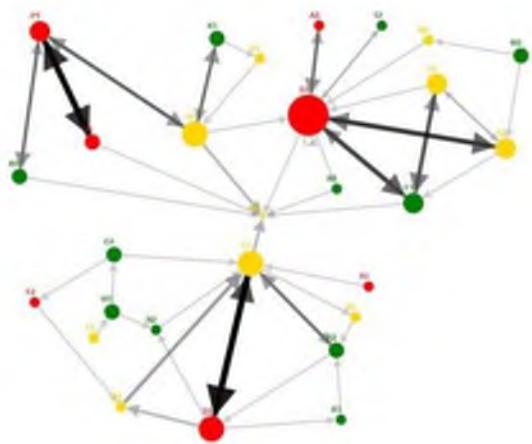


Fig. 1. Grafo de una red representada con NodeXL

Mitchell [28] define una red como un conjunto particular de interrelaciones (en inglés, *linkages*) entre un conjunto limitado de individuos, con la propiedad adicional de que las características de estas interrelaciones, consideradas como una totalidad, pueden ser utilizadas para interpretar el comportamiento social de las personas implicadas. Las estructuras sociales se disponen en diversas configuraciones de las cuales el ARS puede dar cuenta al elaborar su morfología y topología específicas [24].

Es factible vincular dichos conceptos mediante la Teoría de Grafos [12], que expone que la red se constituye por nodos conectados por aristas, donde los nodos son los individuos y las aristas, las relaciones que les unen. La representación de la información correspondiente a los patrones de relaciones entre actores sociales se realiza generalmente mediante el uso de grafos, donde un grafo es una representación de un conjunto de objetos en el que los pares de objetos están conectados mediante relaciones entre ellos [38]. En la Figura 1, puede visualizarse un ejemplo de grafo.

Por otro lado, Mitchell [28,29] también señala que las características de estos lazos en tanto que la totalidad de los mismos pueden ser usados para interpretar los comportamientos sociales de las personas implicadas. Las propiedades de una red pueden ser examinadas como variables explicativas del comportamiento social a través de

conductas, opiniones, estrategias y las posiciones ocupadas de las personas implicadas en ellas [24].

Este análisis estructural se ha perfeccionado como una herramienta que hace posible estudiar tanto la estructura de las relaciones sociales que afectan la conducta y actitudes de una persona o grupo, como la influencia que las interacciones entre los individuos involucrados tiene sobre dicha estructura social [34]. Las redes de relaciones informales pueden mapearse y gestionarse para potenciar el aprendizaje organizacional, a través de un enfoque metodológico del estudio de las interacciones humanas sociales representadas mediante redes sociales, el ARS [36, 35].

A través de él se profundizará el conocimiento de los fenómenos sociales, posibilitando discernir el beneficio de estudiar o investigar redes sociales para los profesores y especialmente su aplicación en el ámbito educativo.

Por un lado, el concepto y la idea de red es una construcción integradora cuyo propósito de estudiar las redes es comprender el comportamiento de los actores, a través de las métricas o medidas. Las medidas permiten caracterizar los actores que la componen y las relaciones que se dan entre ellos. Por el otro, el uso de herramientas tecnológicas aplicadas a diversas Áreas de Investigación ha cambiado los patrones de acceso al conocimiento y en particular en el ARS. Esto se debe a que permiten procesar diferentes fuentes de datos, realizar el cálculo de las métricas de manera simple y ordenada, y generar imágenes visuales, que facilitan la organización y el análisis de los datos [35, 31]. Si los cálculos son realizados con ayuda de una herramienta tecnológica, la intención del problema se modifica, ya que permite dedicar mayor tiempo a la interpretación, discusión y reflexión de los resultados.

2.1. Análisis de redes sociales: Contextualización y definición de métricas

Existe una serie de métricas para entender las redes y sus actores, las cuales ayudan a determinar la importancia y el rol de un actor en la red. Las más usadas se clasifican en métricas de centralidad y poder, y métricas de grupos. Mediante las métricas y los métodos actuales, los datos de la red pueden ser organizados y

analizados para capturar los diversos procesos que ocurren en diferentes niveles de análisis [20]. En esta sección definimos el conjunto de métricas asociadas y la explicación relacionada a las mismas [21].

1. **Análisis de Cluster** (en inglés, *cluster analysis*): Encontrar grupos dentro de la red de acuerdo a sus relaciones [5].
2. **Centralidad de cercanía** (en inglés, *closeness centrality*): Son nodos que a pesar de tener pocas conexiones, sus arcos permiten llegar a todos los puntos de la red más rápidamente que desde cualquier otro punto. Representan una excelente posición para monitorear el flujo de información de toda la red.
3. **Centralización de la red** (en inglés, *network centrality*): Es una medida de contribución de una posición en la red para la importancia e influencia de un actor en la red. Una alta centralidad en la red es dominada por uno o pocos nodos. Si esos nodos son removidos la red rápidamente se fragmentara en subredes desconectadas. Por otro lado, una red con baja centralidad no tiene un único punto de falla por lo que las hace mucho más resistentes [16].
4. **Centralidad del Vector** (en inglés, *eigenvector centrality*): Es una medida de la influencia de un nodo en una red. Asigna puntuaciones relativas a todos los nodos de la red basada en el concepto de que las conexiones a los nodos de alta puntuación contribuyen más a la puntuación del nodo en cuestión de la igualdad de las conexiones a los nodos de baja puntuación [33].
5. **Cohesión**: Describe la interconexión de los actores en la red [16].
 - 5.1. **Accesibilidad** (en inglés, *reachability*) mide de qué manera los actores de una red, sea directa o indirectamente, están relacionados con todos los actores de dicha red. Los actores que no están conectados con otro actor se los denomina aislados (en inglés, *isolates*).
 - 5.2. **Densidad** (en inglés, *density*) es el número total de relaciones existentes dividido por el total posible de la red.
6. **Estructura de las comunidades** (en inglés, *Community Structure*): Mide el nivel de descomposición de la red en comunidades

modulares. Una alta modularidad indica una sofisticada estructura interna.

7. **Grado** (en inglés, *degree*): Es el grado de un vértice v es el número de líneas que tienen a v como nodo de uno de sus extremos.
 - 7.1. **Grado de centralidad** (en inglés, *degree centrality*): Los investigadores de redes sociales miden la actividad en la red usando el concepto de degree centrality, es decir el número de conexiones directas que tiene un nodo.
 - 7.2. **Grado de entrada** (en inglés, *indegree*): el grado de entrada de un vértice v es el número de líneas que poseen a v como nodo terminal.
 - 7.3. **Grado de salida** (en inglés, *outdegree*): el grado de salida de un vértice v es el número de líneas que poseen a v como nodo inicial.
8. **Pesos** (en inglés, *citation weight*): Análisis propuesto en 1964 que define tres índices, pesos de arcos que son proporcionales al número de diferentes caminos pasando a través del arco [32].
9. **Núcleos**: La noción de centro fue introducida por Seidman en 1983 [13] y establece que un vértice perteneciente a un k -núcleo está unido al menos a otros k vértices.
10. **Boundary Spanners**: Nodos que conectan su grupo a otros que terminan teniendo altas métricas en la red. Estos nodos están posicionados para ser innovadores, dado que ellos acceden a ideas e información de otros clústeres. Ellos están en una posición para combinar diferentes ideas y conocimientos en nuevos productos y servicios.
11. **Peripheral Players**: La mayoría de la gente podría ver los nodos de la periferia (nodos con baja centralidad) de la red como actores de muy poca importancia. Aunque estos nodos son a veces conectados a redes que no están actualmente mapeadas. Estos nodos podrían ser una fuente de una información para una compañía.
12. **Network Centralization**: La centralización es una medida de contribución de una posición en la red para la importancia e influencia de un actor en la red. La relación entre las centralidades de todos los nodos pueden revelar mucho sobre la estructura global de la red. Una alta centralidad en la red es dominada

- por uno o pocos nodos. Si esos nodos son removidos la red rápidamente se fragmentara en subredes desconectadas. Por otro lado, una red con baja centralidad no tiene un único punto de faila por lo que las hace mucho más resistentes.
- 13. Equivalencia estructural** (en inglés Structural Equivalence): Determinar que nodos juegan roles similares en la red.
- 14. Cluster Analysis:** encontrar grupos dentro de la red de acuerdo a sus relaciones.
- 15. Structural Holes:** encontrar áreas no conectadas entre nodos que podrían ser usados para obtener ventajas y nuevas oportunidades.
- 16. E/I Ratio:** encontrar que grupos en la red que están abiertos o cerrados a otros grupos e grupos de la red.
- 17. Small Worlds:** encontrar clúster y caminos más cortos que son comunes en la red exhibiendo alta eficiencia en el comportamiento small-worlds.
- 18. Descomposiciones:** dividir las grandes redes sociales en redes más pequeñas para poder aplicar métodos de análisis más sofisticados.
- 19. Reducción:** contraer un grupo de nodos de la red en un único nodo.
- 20. Cortes:** encontrar grupos interesantes dentro de una red basados en sus propiedades o pesos.
- 21. Citation weight:** análisis propuesto en 1964 que define 3 índices, pesos de arcos que son proporcionales al número de diferentes caminos pasando a través del arco [37].
- 22. Núcleos generalizados:** establece que un vértice perteneciente a k -core está unido a al menos a otros k vértices [3].
- 23. K-rings:** es el número de diferentes anillos de k aristas que se encuentran en la red. En el 2005 se agregó a Pajek soporte para redes multi-relacionales que combinadas con las redes temporales habilitan el análisis de un nuevo campo de redes como son las redes KEDS (del inglés, Kansas Event Data System).
- 24. K-neighbors:** se hace extrayendo la subred. De estos clústeres calcula las distancias de a cada vértice en el clúster. El resultado consiste en muchas particiones como el número de vértices en el clúster. Así mismo clasificando los resultados en las particiones se clasifican los vectores también.
- 25. Distancia geodésica:** camino más corto entre dos nodos.
- 26. Decomposición:** es para dividir las redes de larga escaia, en muchas redes más pequeñas que pueden ser tratadas para promover usando métodos sofisticados.
- 27. Reduction:** es la reducción de una categoría es una sección transversal o una proyección de la categoría que omite ciertos aspectos de su estructura y conserva otros.
- 28. Centralidad de Intermediación** (en inglés, *Betweenness centrality*): es un indicador de la centralidad de la red. Es igual al número de caminos más cortos de todos los vértices a todos los otros que pasan a través de ese nodo. Un nodo con alto *betweenness centrality* tiene una gran influencia en la transferencia de los nodos a través de la red, asumiendo que cada nodo transfiere siguiendo los caminos más cortos [16].
- 29. Clustering coefficient:** es el coeficiente de agrupamiento de un vértice en un grafo cuantifica qué tanto está de agrupado (o interconectado) con sus vecinos. Se puede decir que si el vértice está agrupado como un clique (grafo completo) su valor es máximo, mientras que un valor pequeño indica un vértice poco agrupado en la red. Duncan J. Watts y Steven Strogatz [39] fueron los primeros en idear este coeficiente, para determinar si un grafo es una red de mundo pequeño. En algunas ocasiones dentro del mundo de la teoría de redes se denomina a este coeficiente también como transitividad.
- 30. Distancia:** indica entre dos actores cómo de cerca uno está de otro.
- 31. PageRank:** asigna de forma numérica la relevancia de los documentos (o páginas web) indexados por un motor de búsqueda.
- 32. Ego network:** consiste en la red que se forma a partir de un nodo focal "ego" y los nodos a los cuales el ego está directamente conectados, llamados "alters" y sus lazos. Los alters son los nodos o personas relacionadas con un ego (suelen utilizarse en la descripción de redes centradas en ego). El ego es un nodo focal a partir del cual se construye una red.
- 33. Broker:** es un intermediario o persona con un alto índice de intermediación. Si se quita de la red ésta se divide en componentes.

34. Lazos débiles: expresión popularizada por Granovetter [17] que indica relaciones especializadas entre dos actores sociales.

35. Lazos fuertes: a diferencia de los lazos débiles indican relaciones sociales cercanas y solidarias.

36. Cliques: es un algoritmo que nos permite conocer los diferentes grupos a los que pertenece un actor. Las camarillas constituyen un subgrafo completamente conectado, es decir, un subgrafo en el cual todos los nodos están conectados entre sí. Este criterio puede relajarse de diferentes formas (procedimientos Ncliqués, n-clan, factions, k-plex).

37. Modularidad: es una medida de la estructura de las redes, diseñada para medir la fuerza de la división de una red en módulos (también llamados grupos, grupos o comunidades). Las redes con alta modularidad tienen conexiones densas entre los nodos dentro de los módulos, pero escasas conexiones entre los nodos en diferentes módulos. La modularidad se utiliza a menudo en métodos de optimización para la detección de estructura de la comunidad en las redes. Sin embargo, se ha demostrado que la modularidad sufre un límite de resolución y, por tanto, es incapaz de detectar pequeñas comunidades. Redes biológicas, incluyendo los cerebros animales, exhiben un alto grado de modularidad.

38. Diameter: es el valor geodésico más grande.

39. Average shortest path: distancia media de nodo a nodo (también conocida como longitud media de camino más corto).

La importancia que tienen las métricas es que permiten efectuar las mediciones para cuantificar la estructura y los patrones de las relaciones entre los actores. Siendo primordial conocer los actores que participan en una red como así también la estructura de las relaciones. Visualizar la densidad de estas relaciones y poder revelar los actores que juegan papeles claves en la red. El ARS ofrece un número extenso de métricas para estudiar distintas propiedades de la red.

³UCINET, sites.google.com/site/ucinetsoftware/downloads, última visita diciembre 2015

2.2. Conceptualización de las herramientas de software para el análisis de redes Sociales y la clasificación de medidas que brindan

Como hemos descrito anteriormente, el ARS es una herramienta potente y una perspectiva conceptual que debe complementarse con una base de interdisciplinariedad, para lograr una capacidad explicativa. La evolución de las tecnologías ha dado lugar a nuevos entornos para el software de ARS [1]. Actualmente, las herramientas tecnológicas aplicadas al ARS, han simplificado el trabajo de hacer cálculos engorrosos, en poco tiempo y sin posibilidad de fallo, ahorrando tiempos y brindando una facilidad de acceso.

Dichas herramientas se caracterizan por ser un método práctico, visual y descriptivo, que pueden ejecutarse sobre diferentes plataformas e interfaces web, diseños de arquitecturas y motores de ejecución, dando lugar a simulaciones concurrentes bajo diferentes parametrizaciones. Se ha desarrollado un gran número (más de cien) de herramientas de software que permiten llevar a cabo una implementación apropiada del ARS representando las redes sociales a través de grafos y aplicando diversas métricas para llevar a cabo un análisis pormenorizado de las características que aquellas presentan.

En primer lugar, nos encontramos con las herramientas de análisis de redes sociales, académicas y avanzadas que frecuentemente son usadas en ambientes académicos y destinadas también para realizar un análisis de redes sociales más sofisticado. Están orientadas a la usabilidad más que a la performance. Las guías de usuario y archivos de ayuda no están del todo completas, no son simples de comprender y están diseñados para audiencias sofisticadas. Ejemplo: UCINET³ [6], Pajek⁴ [32].

Luego, con las herramientas avanzadas de redes sociales pero accesibles y usadas para ámbitos generales incluyendo los corporativos. Fueron creadas teniendo en cuenta a los usuarios, siendo más intuitivas y simples de usar más que aquellas académicas. Las guías de usuario y la

⁴ Pajek, <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/> última visita diciembre 2015

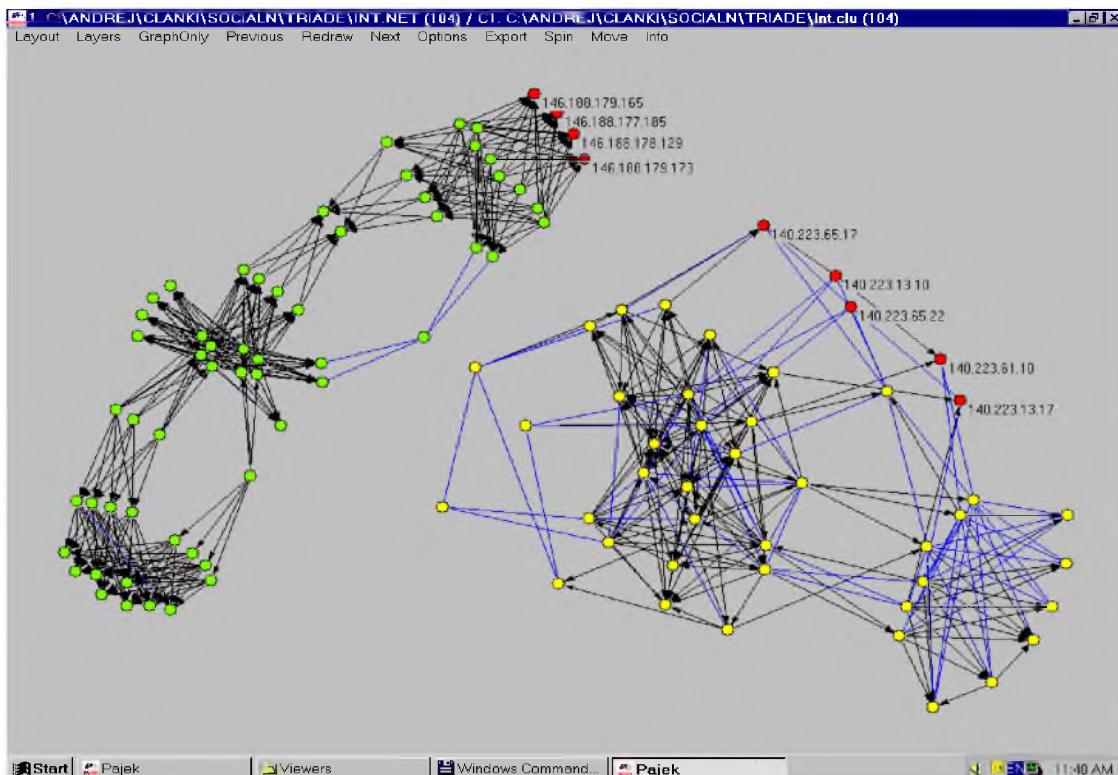


Fig. 2. Ejemplo de grafo en Pajek

ayuda están orientadas a una audiencia general. Ejemplo: NetMiner⁵ [35].

Existen también las herramientas simples y fáciles de usar, como NodeXL⁶ [11] que pueden ser usadas por usuarios más familiarizados con el ARS. Estas herramientas tienen funcionalidades complejas y son simples de navegar y usar. La ayuda de usuario es simple y clara.

Finalmente, nos encontramos con las herramientas que permiten la visualización de datos generados por usuarios preexistentes que son utilizadas para analizar datos existentes disponibles para los usuarios. Son simples de usar con funcionalidades intuitivas como por ejemplo, Gephi.

Teniendo como base la clasificación anterior, describiremos a continuación las ventajas y desventajas de algunas herramientas más conocidas y utilizadas que ofrece el mercado. En

primer lugar, **Pajek** [32] trabaja con listas en lugar de matrices, contiene un gran número de análisis y gráficos (como puede verse en la Figura 2), tiene facilidad de importar las listas y redes, es gratuito y utiliza un lenguaje propio en algunas operaciones. Pero no contiene QAP ni un gran número de métricas.

De la misma manera, **Ucinet** [6] presenta una alta manejabilidad, es muy utilizada en investigaciones, contiene la gestión y el cálculo de los principales indicadores junto con la aplicación de gráficos con muchas opciones; también se actualiza periódicamente pero no es gratuito, la licencia caduca, y aunque sigue funcionando se cierra cada vez que se realiza una operación.

Luego, **NodeXL** [28, 25] es una herramienta disponible para Microsoft Excel, funciona con listas; permite importar fácilmente listas y redes de Twitter, YouTube, Flickr o emails; es gratuito.

⁵ Netminer, <http://www.netminer.com/main/main-read.do>, última visita diciembre 2015

⁶ NodeXL, <https://nodexl.codeplex.com/> última visita diciembre 2015

Tabla 1. Clasificación de métricas a través de las herramientas de software presentadas para ARS

Herramientas de software	Métricas
Netminer	K-neigbor (24) Degree (7) Centralidad (12) Distancia Geodésica (25) Clusters (14)
Pajek	Degree (7) Indegree (7.2) Outdegree (7.3) Descomposiciones (26) Reducción (27) Cortes (20) Citation Weight (8) Núcleos (9) Nucleos generalizados (22) K-rings (23)
Nodexl	Betweenness Centrality (28), Closeness Centrality (2), Coeficiente de Clustering (29) Degree (7) Distancia (30) Eigenvector centrality (7) Densidad del grafo (5.2) PageRank (31)
Ucinet	Betweenness Centrality (28), Closeness Centrality (2) Degree Centrality (7) Egonet (32) Density (5.2) Distancia Geodésica (25), Ncliqués, n-clan, factions, k-plex (37)
Gephi	Average shortest path (40) Betweenness Centrality (28), Closeness Centrality (2), Community detection (Modularity) (38) Clustering Coefficient (29) Diameter (39) PageRank (31)

También utiliza la herramienta Snap⁷ (abreviado en inglés Stanford network analysis project) para el cálculo de un gran número de

métricas. Fue aplicado al ámbito áulico para determinar la estructura del aula [24].

⁷ Snap, Stanford Network Analysis Project, <http://snap.stanford.edu/>, última visita diciembre 2015

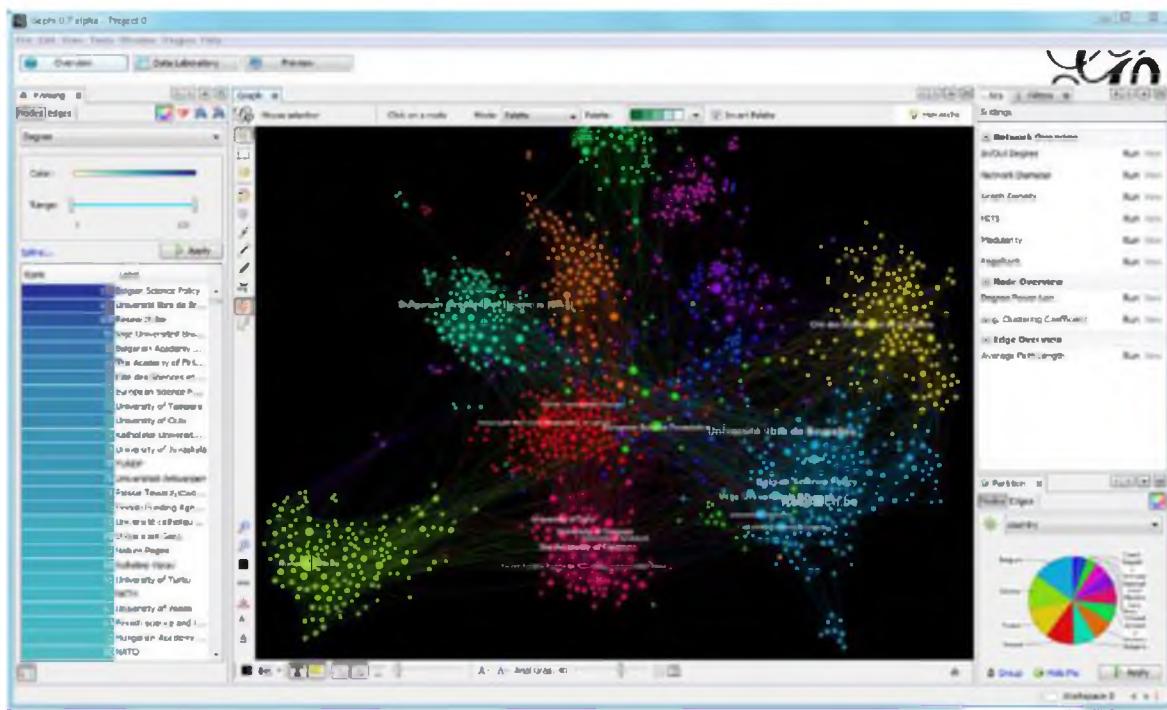


Fig. 3. Interfaz de la herramienta Gephi

Finalmente, **Gephi** [8, 23, 7] es una herramienta sobre la cual profundizaremos su estudio en la sección 5.

A través del relevamiento de las herramientas, en la Tabla 1 se presenta un conjunto de métricas que describen las características estructurales de las redes [20, 41] (la numeración de la tabla corresponde a las métricas que hemos definido y numerado en la sección 2.1), esta propiedad se refiere a la tendencia general de las relaciones entre los actores del sistema, otras características estructurales por ejemplo son la agrupación, la densidad de la red, y la existencia de nodos especiales en la red.

3. Gephi: Contexto, metodología y análisis

El 31 de julio de 2008, Mathieu Bastian lanzó por primera vez Gephi, definiéndola como una plataforma para la visualización interactiva y la exploración de todo tipo de redes, sistemas complejos y grafos dinámicos y jerárquicos.

Junto a sus colaboradores Sébastien Heymann [22] y Mathieu Jacomy habían desarrollado Gephi para “importar, exportar, manipular, analizar, filtrar, representar, detectar comunidades y exportar grandes grafos y redes” [2].

Gephi es una herramienta tecnológica que puede ser de gran ayuda en el proceso de representación de los datos, y se encuentra debidamente actualizada cumpliendo con las siguientes características:

- **Disponibilidad del software:** es gratuito.
- **Interfaz:** cuenta con claridad en la interfaz de usuario.
- **Métricas:** cantidad y facilidad de uso de las métricas y sus resultados.
- **Importar/Exportar:** tiene la capacidad para importar o exportar otros formatos de archivo, ya sea de otros softwares de análisis, Excel u otros.
- **Visualización Gráfica.** Capacidad para graficar redes.

- **Documentación:** tiene disponibilidad y claridad de la documentación.
- **Actualizaciones:** está frecuentemente actualizada y cuenta con nuevas versiones recientes.

Gephi fue construido sobre la plataforma NetBeans⁸ 7.0 y programado en Java y OpenGL. Gephi⁹ es una herramienta interactiva de código libre (en inglés *Open source*), que permite la visualización, la exploración y el análisis de toda clase de redes y sistemas complejos, grafos jerárquicos y dinámicos como se observa en la Figura 3. Fue seleccionada por el Google Summer of Code¹⁰ a lo largo de los años, 2009, 2010, 2011, 2012, y 2013.

Brinda su apoyo a la exploración de los medios sociales con funciones de importación que extraen datos de los índices de correo electrónico, Twitter¹¹, YouTube¹², Facebook o Foros. Así mismo, es posible la conexión a través de archivos nativos de otras herramientas como Excel.

Gephi es utilizada en numerosos proyectos de investigación en universidades, y en otros ámbitos de investigación o de trabajo [8]. Es factible mencionar diversos ejemplos de su utilización en cuestiones que atañen al bien conocido New York Times para la visualización de la conectividad global del contenido como así también para la examinación del tráfico de Twitter [7].

4. Caso de experimentación práctica con Gephi

Lozares [27] sostiene que el ARS se presenta, a veces, como una caja de herramientas de naturaleza técnico-formal y/o gráfica en la búsqueda pragmatista y eficaz de resultados sin que se dé una reflexión suficiente sobre las condiciones y situaciones de recogida de información o sobre la naturaleza de los datos y su

⁸ NetBeans, es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java, y cuenta con un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

⁹ Gephi, <https://gephi.org/>, última visita diciembre 2015

¹⁰ Es un programa anual que se dio por primera vez durante el verano de 2005 y donde la empresa Google remunera a los

contextualización o sobre las dimensiones cognitivas, fácticas, dinámicas, simbólicas entre otros, que supone la relación social o sobre los campos en los que se insertan dichas relaciones.

Enfocando la atención al caso de estudio, es conveniente mencionar que es utilizado como una herramienta de investigación fundamental. A lo largo del mismo, mostraremos cómo a partir de la Web 2.0, es posible mapear un conjunto de relaciones sociales que se establecen entre los alumnos, como resultado de la interacción social. Nuestra estrategia de investigación nos permitirá identificar y ponderar los procesos que tienen lugar dentro del aula, contextualizando el clima social, para brindarle al profesor la posibilidad de generar de manera efectiva condiciones favorables para el aprendizaje.

El término clima, referido a las instituciones escolares, ha sido utilizado en la literatura especializada de diversas maneras; Cornejo y Redondo [10] señalan que: "es el conjunto de características psicosociales de un centro educativo, determinadas por aquellos factores o elementos estructurales, personales y funcionales de la institución que integrados en un proceso dinámico específico, confieren un peculiar estilo a dicho centro, condicionante a la vez de distintos procesos educativos".

La obtención de dicho clima no solamente permitirá al profesor optimizar el proceso de enseñanza, sino que además resaltará el estado actual del aula enfatizando las relaciones existentes entre los alumnos. Específicamente, se ayudará al profesor mediante la aplicación de Gephi, permitiendo la recolección de información de la red y el análisis del clima del aula, y buscando identificar y ponderar contextualizando los procesos que tienen lugar dentro del aula. Describiremos y estudiaremos las estructuras relacionales, haciendo énfasis en las relaciones entre los elementos estudiados.

estudiantes que completan un proyecto de programación de software libre durante ese periodo de verano. El programa es abierto para estudiantes de 18 años en adelante. El programa para los estudiantes menores de 18 años es Code-In Google

¹¹ Twitter, <https://twitter.com/>

¹² Youtube, <https://www.youtube.com/>

En nuestro análisis nos centraremos en un escenario de foro donde las diferencias de sincronía nos permiten ver que el participante puede dar un tratamiento más cuidadoso de la discusión y resolver con mayor eficacia problemas complejos.

4.1. Extracción de la red y determinación de la población estudiada

Si bien dentro del ambiente de la educación los alumnos son el eje central, lo que se intentó comprender en detalle son los comportamientos que éstos adopten en situaciones particulares de interacción. Consecuentemente, el proceso de ARS se basa en la captura y el posterior análisis de la información. Para la captura de datos, consideramos un grupo de cuarto año de una Institución Educativa de la ciudad de La Plata, Buenos Aires¹³.

Con el fin de obtener una abstracción de datos se utilizaron aquellos obtenidos de Moodle¹⁴ [14], a partir de un curso con un foro asíncrono para la determinación de requerimientos funcionales y no funcionales de un sistema. Se propuso a los alumnos debatir, consensuar y clasificar las propuestas de sus compañeros.

Los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (abreviado EVEAs) son Tecnologías de la Información y Comunicación que surgen como producto del trabajo interdisciplinario entre las Ciencias Informáticas y las Ciencias de la Educación, cuyo principal objetivo es facilitar los procesos de enseñar y aprender en una comunidad educativa. Vale destacar que Moodle es un EVEA que brinda la posibilidad a los usuarios de compartir opiniones, comunicar, interactuar y aprender [9].

Los sitios de redes virtuales constituyen medios de interacción humana mediados por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los cuales los individuos han ido desarrollando la capacidad de compartir con el ajuste de los procesos sociales a la virtualidad. Por otro lado, para analizar las redes sociales utilizamos dicho escenario de foro asíncrono y encuestas de comunicación que nos permitieron obtener

información sobre sus relaciones de amistad, colaboración e influencia.

4.2. Métricas determinantes del clima del aula

Según Molina [30] se puede afirmar que existen dos aproximaciones diferentes en el estudio de los datos relacionales: una basada en la búsqueda de cohesión (existencia de lazos) y otra basada en la búsqueda de posiciones (equivalencia de lazos). Dentro de las medidas de cohesión están las medidas de centralidad. Teniendo en cuenta lo anterior, describiremos cuatro de las diversas métricas contextualizadas al dominio educativo con el fin de explicar cuáles son los determinantes según ARS, del clima social [21].

1. Grado de centralidad (en inglés, *centrality degree*): permite realizar un análisis de rango coherente para indicar aquellos alumnos poseedores de la mayor cantidad de relaciones y por ende, los influyentes dentro del grupo. Puede también ser considerado como una medida con la cual se mide el índice de accesibilidad al resto de los compañeros [16].

2. Centralidad de intermediación (en inglés, *betweenness centrality*): se puede enfocar como la capacidad que invierte el alumno en ocupar una posición intermedia en las comunicaciones informales entre el resto de los estudiantes. Aquellos, con mayor intermediación son poseedores de un gran liderazgo, debido a que controlan los flujos de comunicación informal.

3. Grupos: también se conoce como comunidades. El grupo, ante su actitud y comportamiento, se convierte en objeto de análisis. Kurt Lewin [26] su fundador, concluyó que es un formidable instrumento para conocerse a sí mismo, para conocer a los otros, al grupo concreto que vive su momento, y en general a los grupos que viven procesos similares.

4. Fuerza de los vínculos: desde el punto de vista de ARS, los lazos o vínculos interpersonales son definidos como conexiones portadoras de información entre personas o individuos. Se sostiene que los lazos interpersonales más fuertes son los más presentes en las redes sociales en la sociedad, así como los mayores responsables de

¹³ Se mantiene reserva del nombre de la Institución para conservar la confidencialidad de los alumnos.

¹⁴ Moodle, <https://moodle.org/?lang=es>, última visita diciembre 2015

la transmisión de información a través de dichas redes. Mark Granovetter [17] puntualizó que el énfasis en los lazos débiles lleva por sí mismo a la discusión de las relaciones entre los grupos y a analizar los segmentos de la estructura social que no quedan fácilmente definidos en términos de grupos primarios. Muchas nociones intuitivas sobre la fuerza de un vínculo interpersonal deberían verse satisfechas por la siguiente definición: la fuerza de un vínculo es una (probablemente lineal) combinación del tiempo, la intensidad emocional, confianza mutua y los servicios recíprocos que caracterizan a dicho vínculo.

Las medidas que pueden ser aplicadas a una red social se dividen en tres tipos: globales, individuales e intermedias; dentro de las medidas individuales están el grado del nodo y la centralidad.

El grado del nodo se determina por el número de conexiones que un individuo tiene y que pueden ser direccionaladas o no direccionaladas; las direccionaladas tienen grado de entrada y grado de salida; las de entrada se calculan a partir del número de interacciones o mensajes de entrada de un individuo, las de salida se refieren al número de relaciones que salen de un nodo.

Cuando un actor de la red tiene un alto grado de entrada puede significar que esta persona tiene un alto prestigio y es muy reconocido por los demás, el grado de salida se refiere al número de conexiones de salida de un nodo con otros y puede entenderse como que este actor tiene un alto grado de influencia sobre los demás.

4.3. Análisis de las métricas sobre el caso

A través de la herramienta de software para el ARS elegida se vislumbrará la posibilidad de brindarle al profesor la extracción de conocimiento de la red a través de diferentes métricas. Con Moodle, los *post* asíncronos de los alumnos se persistieron en la base de datos en forma de tuplas¹⁵. Las mismas muestran qué usuario ha subido un mensaje y qué usuario le responde, incluyendo la fecha y hora de envío, la dirección

de correo electrónico de quien creó el mensaje, y otros detalles (como título del tema, cuántas veces ha sido leído, el cuerpo del mensaje, calificación, entre otros).

El procesamiento de dichos *post* permitirá obtener y analizar el clima social del aula en base a la participación sobre el foro con temáticas de trabajo colaborativo. El aprendizaje colaborativo permite el intercambio de ideas y conocimientos de manera grupal a través de la interacción entre los alumnos que lo componen. A diferencia del aprendizaje individual, las actividades colaborativas facilitan la consecución de los objetivos individuales mediante la consecución de los grupales.

Gephi ofrece similares características a las provistas por NodeXL como vimos previamente, con la diferencia de que ofrece más potencia en algunos apartados, ya que es una herramienta completa desarrollada específicamente para grafos. Se inicia a partir de la pantalla presentada en la Figura 4.

Como se mencionó, soporta varios tipos de archivos y para poder cargar un grafo se debe ir al menú “archivo” en la parte superior izquierda y seleccionar “abrir”. Una vez cargado el grafo se visualizará directamente en la pantalla, tal y como se aprecia en la Figura 5:

Las principales acciones que ofrece Gephi al usuario a partir de aquí son las siguientes (ver Figura 5):

1. Ver y editar los datos del grafo en el “laboratorio de datos”.
2. Modificar de manera interactiva sobre la visualización del grafo existente numerosas opciones del grafo.
3. Calcular las métricas del grafo.

Una vez efectuado se procede a determinar la lista de estudiantes. Representaremos a los participantes, en nuestro caso alumnos, a través de etiquetas que se inician en el *label* A2 hasta el A30 mientras que el profesor será representado con el *label* A1.

se define inductivamente desde la construcción de un par ordenado.

¹⁵ Una tupla, es una lista ordenada de elementos. Una *n* tupla es una secuencia (o lista ordenada) de *n* elementos, siendo *n* un número natural (entero no-negativo). Una *n* tupla

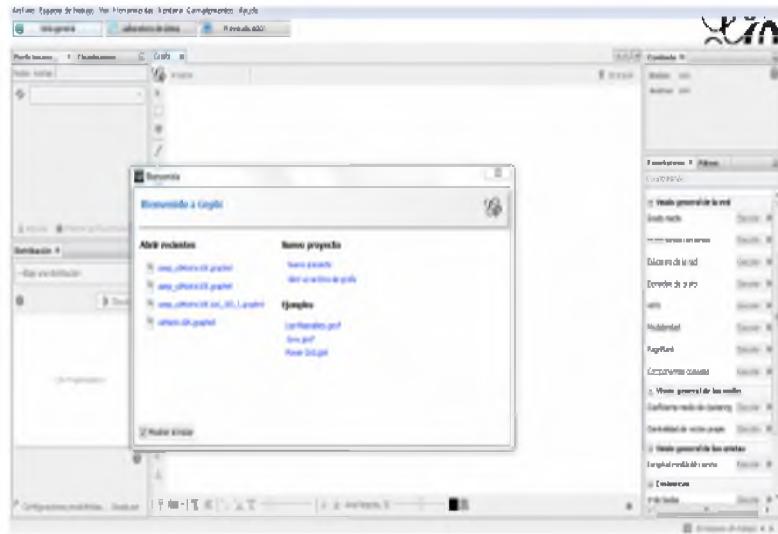


Fig. 4. Pantalla de inicio de Gephi

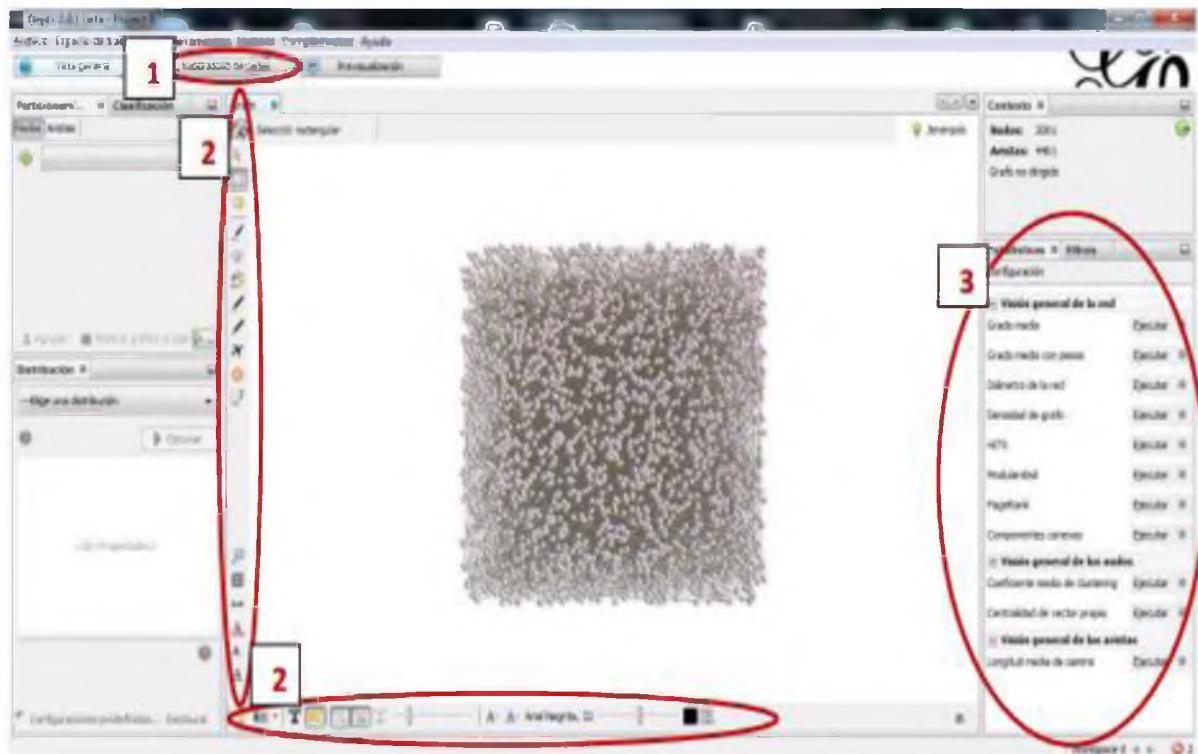


Fig. 5. Visualización de grafo en Gephi



Fig. 6. Grafo correlativo al grado de centralidad



Fig. 7. Grafo correlativo al grado de intermediación

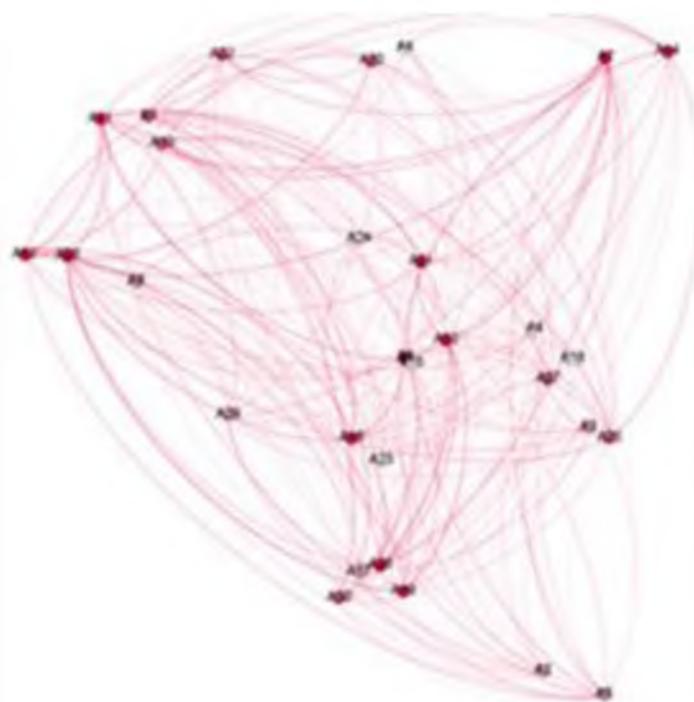


Fig. 8. Grafo correlativo a la Fuerza de los vínculos

Uno de los objetivos fundamentales de Gephi que lo convirtieron en la herramienta más popular es que permite tomar medidas interactivamente de las redes, utilizando las diferentes métricas de redes sociales para el análisis individual, grupal o de la red completa y es factible apreciar la interacción entre diferentes individuos. Se evidenciarán a continuación los resultados obtenidos.

a) Grado de Centralidad: Pueden discernirse aquellos alumnos que poseen mayor cantidad de conexiones, y que revisten de influencia dentro de la red, accediendo al índice de accesibilidad al resto de los compañeros. Así, el nodo con mayor cantidad de relaciones corresponde al alumno A5, ya que tiene 5 entradas y 23 salidas, dando un grado total de 28.

b) Grado de Intermediación: El alumno A18 posee el mayor poder de intermediación, por lo cual es poseedor de liderazgo y es el que controlan los flujos de comunicación informal.

c) Estructura de comunidades: A partir de la métrica *Modularity Class* [8] de Gephi, encontramos las siguientes comunidades:

1. A4, A15, A18, A23, A24.
2. A2, A3, A5, A9, A17, A29
3. A1, A10, A20, A22, A25, A27, A30
4. A7, A8, A11, A12, A13A14, A16, A19, A21, A26, A28.

d) Cohesión (distancia): En la Figura 4, el actor A12 se encuentra a una distancia de 5 del actor A30. Esta es la noción de los grados de separación [19] (en inglés, *degrees of separation*).

e) Fuerza de los vínculos: No existen lazos débiles debido a que los grupos son de estrecha unión y por ende son predominantes los lazos fuertes. Es así que se da un caso de cohesión intergrupal, pero de baja intensidad de relaciones inter grupos lo cual conlleva a la idea de inferir sobre la posibilidad de existencia de tribus.

6.4. Cálculo de grafos asociados

Complementando la información de las métricas, como se detalló en las secciones anteriores los grafos son una forma de representación flexible, que permite representar de una forma natural una gran diversidad de realidades. Asimismo, puede obtenerse una

representación más rica de la información sobre la relación entre los nodos.

A través de Gephi hemos obtenido los grafos que pueden observarse en las Figuras 6 y 7, y que a partir de los cuales puede discernirse que el rol del profesor, la presencia de aislados, y la existencia de algunos "facilitadores". En general, la forma de las interacciones configuró un mapa de "todos-conectados" en vez de una configuración centralizada.

Asimismo, no es factible dejar a un lado un concepto fundamental dentro del ARS y que encarna una métrica de suma importancia como lo es la fuerza de los vínculos, y que puede observarse en la Figura 8.

Desde el punto de vista del ARS, los lazos o vínculos interpersonales son definidos como conexiones portadoras de información entre personas o individuos. Se sostiene que los lazos interpersonales débiles son los más presentes en las redes sociales en la sociedad, así como los mayores responsables de la transmisión de información a través de dichas redes.

Mark Granovetter [18] puntualizó que el énfasis en los lazos débiles lleva por sí mismo a la discusión de las relaciones entre los grupos y a analizar los segmentos de la estructura social que no quedan fácilmente definidos en términos de grupos primarios. Muchas nociones intuitivas sobre la fuerza de un vínculo interpersonal deberían verse satisfechas por la siguiente definición: la fuerza de un vínculo es una (probablemente lineal) combinación del tiempo, la intensidad emocional, confianza mutua y los servicios reciprocos que caracterizan a dicho vínculo.

Bernstein [4] propuso en sus estudios especificar distintos contextos del clima. Uno de ellos es el contexto interpersonal. Este hace referencia a las relaciones entre los alumnos de la cercanía de las relaciones que mantienen con los profesores y de la preocupación que éstos muestran ante sus problemas.

Viendo así que la conducta social de los alumnos se ve afectada por muchos factores cognitivos como lo es el entorno social a través de los diferentes medios. En el proceso de enseñanza, la vida social y las relaciones informales o vínculos que los estudiantes

establecen en el aula, son un tema de interés y forman parte del proceso formativo de los mismos.

A través de estos vínculos que generan los individuos, se forja una dinámica compleja embebida por las interacciones con otros individuos.

6. Conclusiones y trabajo futuro

El Análisis de Redes Sociales ha ido evolucionando desde sus orígenes hasta la actualidad, de manera tal que actualmente un conjunto de enfoques, aplicaciones, métricas, representaciones de las relaciones, características estructurales de las redes y herramientas para cubrir el espectro que abarca. Considerando la naturaleza interdisciplinaria del ARS, se focalizó en la descripción y estudio de los fenómenos sociales que generan las relaciones establecidas entre los individuos.

A partir de la propagación y evolución de procesos sociales, el estudio de la dinámica de las redes se ha integrado al ARS y también al desarrollo de nuevas herramientas de software. Esto surge por la importancia de conocer en qué consiste el fenómeno de las redes sociales, qué aplicaciones tienen y cómo se están convirtiendo en una herramienta útil para estudiarlas en diferentes ámbitos como la educación, la política, la salud, entre otros.

Se ha llevado a cabo una revisión desde diversos ángulos de las herramientas que dan soporte al ARS y de las métricas que proveen. Dada la importancia de cuantificar y procesar un set de datos, la interpretación de los vínculos se pueden estudiar a través de métricas definidas para el análisis de redes sociales orientadas al individuo y al grupo conectado. En los programas considerados que hemos mostrado ofrecen una serie de métricas de redes, las mismas se extraen de una serie de fórmulas y metodologías que otorga el ARS y aplican diferentes técnicas.

También se ha presentado un caso de estudio práctico utilizando como herramienta Gephi, con el fin de analizar un ambiente de interacción virtual entre los alumnos. Se examinaron las técnicas de ARS y visualizaciones como herramientas para que los profesores de cursos en línea e investigadores evalúen participación e interacción

en foros de discusión. Este estudio mostró que las métricas ARS y la visualización de interacciones son herramientas útiles y potencialmente efectivas para analizar patrones de interacción.

Por eso, a futuro consideraremos y analizaremos las métricas y patrones de interacción, vinculados a la deserción y violencia escolar. El desafío está planteado en continuar con estas mediciones de las herramientas de software en entornos mucho más numerosos y en contextos en los cuales las redes sociales son parte de la vida cotidiana de cada actor, comparando la performance y resultados sobre un caso de estudio.

Agradecimiento

Se agradece al Decano de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata por el apoyo brindado durante la producción del presente artículo.

Referencias

1. Akhtar, N. (2014). Social Network Analysis Tools. *Proc. of Fourth International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, pp. 388–392.
2. Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *ICWSM*, 8, pp. 361–362.
3. Batagelj, V. & Mrvar, A. (2003). Pajek - Analysis and visualization of large networks. *Graph Drawing Software*, Springer, pp. 77–103.
4. Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, Symbolic Control, and Identity: Theory, Research, Critique*. Rowman & Littlefield Publishers.
5. Boden, B., Haag, R., & Seidl, T. (2013). Detecting and Exploring Clusters in Attributed Graphs: A Plugin for the Gephi Platform. *Proc. of the 22nd ACM International Conference on Information & Knowledge Management (CIKM)*, Vol. 13, pp. 2505–2508. DOI: 10.1145/2505515.2508200.
6. Borgatti, S.P., Everett, M.G., & Freeman, L.C. (2002). *UCINET 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA, Analytic Technologies.
7. Bruns, A. (2012). How long is a tweet? Mapping dynamic conversation networks on twitter using

- gawk and Gephi. *Information, Communication & Society*, Vol. 15, No. 9, pp. 1323–1351.
8. **Cherven, K. (2013).** *Network Graph Analysis and Visualization with Gephi. Community experience distilled*. Packt Publishing.
 9. **Cigliuti, P., Pollo-Cattaneo, M.F., & García Martínez, R. (2012).** Procesos de identificación de comportamiento de comunidades educativas centradas en EVEAs. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pp. 954–956.
 10. **Cornejo, R. & Redondo, J.M. (2001).** El clima escolar percibido por los alumnos de enseñanza media: Una investigación en algunos liceos de la Región Metropolitana. *Última década*, Vol. 9, No. 15, pp. 11–52. DOI: 10.4067/S0718-22362001000200002.
 11. **Diestel, R. (2010).** *Graph Theory*. Springer-Verlag, Heidelberg, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 173.
 12. **Diestel, R. (2000).** *Graph Theory*. Electronic edition, Springer-Verlag, New York.
 13. **Doreian, P. & Stokman, F. (2013).** *Evolution of Social Networks*. Routledge Contemporary Human Geography, Taylor & Francis.
 14. **Dougiamas, M. & Taylor, P. (2003).** Moodle: Using learning communities to create an open source course management system. *Proc. of Conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications*, pp. 171–178.
 15. **Freeman, L.C. (2004).** *The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science*. Empirical Press, BookSurge.
 16. **Freeman, L.C. (1978).** Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, pp. 215, DOI: 10.1016/0378-8733(78)90021-7.
 17. **Granovetter, M.S. (1973).** The Strength of Weak Ties. *The American Journal of Sociology*, Vol. 78, No. 6, pp. 1360–1380.
 18. **Hanneman, R.A (2000).** Introducción a los métodos del análisis de redes sociales. *Revista REDES*, Petrizzo, María Ángela.
 19. **Hanneman, R.A. & Riddle, M. (2005).** *Introduction to social network methods*. Riverside, CA, University of California.
 20. **Hanneman, R.A. & Riddle, M. (2005).** *Introduction to social network methods*. Using matrices to represent social relations, Riverside, CA: University of California.
 21. **Herrero, R. (2000).** La terminología del análisis de redes: problemas de definición y de traducción. *Política y sociedad*, Vol. 33, pp. 199–206.
 22. **Heymann, S. (2014).** Gephi. *Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining*, pp. 612–625, Springer, New York.
 23. **Heymann, S. & Le Grand, B. (2013).** Visual Analysis of Complex Networks for Business Intelligence with Gephi. *Proc. of 17th International Conference on Information Visualization*, pp. 307–312. DOI: 10.1109/IV.2013.39.
 24. **Knoke, D. & Yang, S. (2008).** *Social Network Analysis*. Number 154 in Quantitative Applications in the Social Sciences, SAGE Publications.
 25. **Kuz, A., Falco, M., Giandini, R., & Nahuel, L. (2014).** NodeXL: descripción del clima social en el ámbito universitario, mediante ARS. *6º Jornadas de Ciencia y Tecnología (CyTa)*, Buenos Aires, Argentina.
 26. **Lewin, K. (1973).** *Dinámica de la personalidad: selección de artículos*. Filosofía, Psicología, Pedagogía, Morata.
 27. **Lozares, C. (1996).** La teoría de redes sociales. *Revista REDES*, Vol. 48, pp. 103–126.
 28. **Matei, S.A. (2011).** Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World. *Comput. Interaction*, Vol. 27, No. 4, pp. 405–408.
 29. **Mitchell, J.C. (1969).** *Social Networks in Urban Situations: Analyses of Personal Relationships in Central African Towns*. Institute for Social Research, University of Zambia.
 30. **Molina, J.L. (2001).** El análisis de redes sociales: una introducción. *Revista de la Universidad Complutense, Política y sociedad*, Bellaterra.
 31. **Newman, M. (2010).** *Networks: An Introduction*. Oxford University Press, Inc., New York, NY, USA.
 32. **De Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2011).** *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Structural Analysis in the Social Sciences, Cambridge University Press.
 33. **Ruhnau, B. (2000).** Eigenvector-centrality a node-centrality? *Social Networks*, Vol. 22, No. 4, pp. 357–365.
 34. **Sanz-Menéndez, L. (2003).** Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, Vol. 7, pp. 21–29.
 35. **Scott, J. & Carrington, P.J. (2011).** *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. SAGE Publications.
 36. **Ávila Toscano, J.H. (2012).** *Redes sociales y análisis de redes. Aplicaciones en el contexto comunitario y virtual*. Barranquilla, Colombia.
 37. **Batagelj, V. (2002).** *Efficient algorithms for citation network analysis*. Cornell University Library.

38. **Wasserman, S. & Faust, K. (1997).** *Social Network Analysis: Methods and Applications.* Structural Analysis in the Social Sciences, Cambridge University Press.
39. **Watts, D. & Strogatz, S. (1998).** Collective Dynamics of Small-World Networks. *Nature*, Vol. 393, pp. 440–442.
40. **Wellman, B. & Berkowitz, S.D. (1998).** *Social Structures: A Network Approach.* Cambridge University Press.
41. **Wiki Book (2015).** *Social network analysis: Theory and applications.*

Antonieta Kuz es ingeniera en Sistemas de Información. Estudiante de doctorado de UNICEN. Coordinadora Técnica PID Integración de Agentes y Redes Sociales en Entornos Educativos UTN FRLP. Docente Universitaria.

Mariana Falco es Analista en Sistemas. Estudiante de Ingeniería en Sistemas UTN FRLP. Investigadora alumna en PID Integración de Agentes y Redes Sociales en Entornos Educativos. Ayudante Alumna. Docente Universitaria.

Roxana Giandini es Doctora en Ciencias Informáticas de la UNLP. Docente del Magister en Tecnologías Informáticas en la UAI. Directora PID Integración de Agentes y Redes Sociales en Entornos Educativos UTN FRLP. Co-directora PID LIFIA. Directora tesis de grado y posgrado UNLP y UNICEN. Miembro del Comité Directivo de CIBSE – “Conferencia Iberoamericana en Software Engineering”.

*Artículo recibido 25/11/2015; aceptado 11/12/2015.
Autor de correspondencia es Antonieta Kuz.*