



Análisis de redes sociales en el aula: un estudio de caso

Social network analysis in the classroom: A case study

Jessica M. Vieytes¹

¹ Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
Email: jessica.vieytes@uns.edu.ar
ORCID: 0000-0002-4013-552X

RESUMEN

El Análisis de Redes Sociales (ARS) basado en la teoría de grafos se utiliza para diagnosticar la composición, la posición de los actores y la distribución en comunidades dentro de una red social. En el contexto educativo, comprender estos factores es crucial, ya que las relaciones afectivas han demostrado influir en el rendimiento académico de los alumnos. Este estudio se centra en un caso específico para identificar las relaciones de elección y rechazo entre estudiantes, roles y la composición de subgrupos, con el objetivo de implementar estrategias para mejorar el clima en el aula. La investigación, de alcance descriptivo y diseño experimental transversal, utiliza métodos de ARS y un cuestionario sociométrico en un grupo de 33 estudiantes de sexto año de secundaria. Se emplean herramientas clásicas de software (Gephi y NodeXL) para organizar, presentar y analizar los datos. Los hallazgos revelan que la red analizada no muestra concentración en las relaciones de elección, distribuyéndose en enlaces recíprocos. Sin embargo, las relaciones de rechazo tienden a centralizarse en pocos alumnos, evidenciando la vulnerabilidad de un estudiante particular que experimenta un alto nivel de rechazo, a pesar de ocupar una posición privilegiada como puente entre las comunidades de géneros. El grupo exhibe una fuerte segmentación en comunidades con alta cohesión interna, pero baja vinculación entre sí, compuestas principalmente por estudiantes del mismo género. Esto contribuye y refuerza la falta de integración general en el grupo estudiado.

Palabras Clave: análisis de redes sociales; sociometría; educación; ambiente áulico.

ABSTRACT

The Social Network Analysis (SNA) based on graph theory is employed to diagnose the composition, position of actors, and community distribution within a social network. Understanding these factors is crucial in the educational context, as affective relationships have been shown to influence students' academic performance. This study focuses on a specific case to identify choice and rejection relationships among students, roles, and subgroup compositions, aiming to implement strategies to enhance the classroom climate. With a descriptive scope and cross-sectional experimental design, the research applies SNA methods and a sociometric questionnaire to a group of 33 sixth-grade high school students. Classic software tools were employed to organize, present, and analyze the data (Gephi and NodeXL). Findings indicate that the analyzed network lacks concentration in choice relationships, spreading through reciprocal links.

Cómo citar: Vieytes, J. M. (2023). Análisis de redes sociales en el aula: un estudio de caso. AWARI; 4, 1-24.
DOI: 10.47909/awari.45

Recibido: 21-01-2023 / **Aceptado:** 15-04-2023 / **Publicado:** 25-04-2023

Editor: Alejandro Paredes

Copyright: © 2023 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC 4.0 license which permits copying and redistributing the material in any medium or format, adapting, transforming, and building upon the material as long as the license terms are followed.

However, rejection relationships tend to centralize among a few students, highlighting the vulnerability of a particular student facing high rejection despite occupying a privileged bridge position between gender communities. The group exhibits strong segmentation into communities with high internal cohesion but low interconnection, primarily composed of students of the same gender. This contributes to and reinforces the overall lack of integration within the studied group.

Keywords: social network analysis; sociometry; education; classroom environment.

1. INTRODUCCIÓN

EL ANÁLISIS de Redes Sociales (ARS) es una herramienta que ha ido adquiriendo creciente relevancia entre las investigaciones de la sociología para el estudio de las estructuras sociales derivadas de las relaciones entre miembros de determinados grupos. Durante los últimos años dentro del campo de la Administración se ha aplicado el ARS y la sociometría para analizar las redes sociales informales y potenciar el aprendizaje organizacional con resultados favorables (Kuz y Falco, 2013). También ha sido utilizado en el ámbito educativo para estudiar las relaciones entre los integrantes de un grupo escolar, ampliando y profundizando el trabajo de Moreno (1934). Esto se debe a que diversas investigaciones han demostrado que las relaciones entre estudiantes influyen positivamente en su sentido de pertenencia, autoestima, desarrollo personal, participación en clase, rendimiento académico y logros educativos (Oliva, Antolín y Pertegal, 2011; Guerrero y otros, 2011; Rosario, 2012; Garrido Macías y otros, 2013; Gaxiola y Armenta, 2016). Por lo tanto, llevar a cabo el ARS en el ámbito del aula es fundamental para detectar situaciones de “bullying” (Hamodi y Benito, 2019), aislamiento, liderazgos, posiciones de influencia y evaluar el grado de integración entre los alumnos, evidenciando los factores que influyen en su desempeño.

En la actualidad este tipo de estudios para recabar los datos primarios utiliza la técnica del test sociométrico, donde se solicita a los alumnos seleccionen los compañeros con los que tengan mayor y menor afinidad. Posteriormente se representan gráficamente las relaciones halladas mediante un sociograma, instrumento desarrollado por Moreno que permite evaluar el grado de interacción y cohesión entre los compañeros. De esta manera partiendo de respuestas individuales se estudian dinámicas y relaciones grupales, permitiendo detectar

problemas o tensiones entre los alumnos y seleccionar mecanismos de solución adecuados. Esto posibilita generar un clima idóneo para el aprendizaje y bienestar en el aula, identificar alumnos que necesitan ayuda por falta de integración, asilamiento o rechazo y comprender la apatía o desinterés que generan un rendimiento inferior (Kuz y Falco, 2013).

Las últimas investigaciones de ARS se han apoyado en la teoría de grafos y en softwares que facilitan la visualización de redes y cálculo de métricas. Dentro de estos, NodeXL y Gephi destacan por su sencillez, demostrando su utilidad para el ARS en general y dentro del ámbito educativo en particular para describir la estructura de los grupos e implementar medidas de mejora del clima áulico que favorezcan el aprendizaje (Kuz y otros, 2015).

Atendiendo a este propósito la presente investigación se plantea como objetivo conocer la estructura de la red social de un aula en particular identificando relaciones de elección y rechazo entre estudiantes, sus roles específicos (de influencia o marginación) y composición de subgrupos, mediante el ARS, la sociometría, el sociograma y uso de herramientas informáticas. Para la consecución de dicho objetivo se realiza un estudio de caso en el cual la población sujeta a estudio consiste en 33 alumnos de sexto año de un colegio secundario de la ciudad de Bahía Blanca. Los datos se recaban mediante un cuestionario sociométrico y sus resultados se presentan en tablas de métricas y grafos. Estos son analizados a la luz de los conceptos expuestos en el Marco Teórico, permitiendo finalmente obtener las conclusiones expuestas en la última sección.

2. MARCO TEÓRICO

Para el armado del marco teórico se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva de obras e investigaciones enfocadas en temáticas

vinculadas con ARS en general y aplicado al campo educativo en particular. Incluye un análisis documental de libros, revistas especializadas y científicas, tesis, ensayos, artículos periódicos e informes de páginas de Instituciones Educativas.

2.1. Moreno el precursor del ARS en el aula y fundador de la Sociometría

Jacob Levy Moreno (1889-1974) fue un psiquiatra, psicosociólogo, teórico y educador rumano-judío fundador de la sociometría, a la cual define como herramienta cuantitativa para estudiar matemáticamente las propiedades psicológicas de las poblaciones. Para ello utiliza una encuesta que permite detectar la evolución, organización de los grupos y la posición de los individuos en ellos. Consideraba al sociograma la herramienta sociométrica fundamental para estudiar las relaciones entre individuos de un grupo (Kuz y Falco, 2013).

Moreno adquirió fama por su estudio de afinidad entre alumnos de un octavo año realizado en 1934 y publicado bajo el título de "Who Shall Survive?". En sus hallazgos advierte que durante los primeros años los lazos entre estudiantes se cierran, generando mayor agrupamiento en comunidades desconectadas, salvo por elecciones no recíprocas y que hombres y mujeres raramente se eligen entre sí. Sin embargo, la estructura de las redes de relaciones de alumnos de mayor edad y madurez sexual se modifica y va evolucionando junto con la misma desde una menor relación hasta el surgimiento de cadenas y triángulos.

2.2. Red social

En términos generales es un conjunto de actores (individuos, grupos, organizaciones, comunidades, etc.) vinculados por relaciones sociales (Kuz y otros, 2015). Wasserman y Molina (2013) la definen como formas de interacción social continuas, donde se generan intercambios entre personas, grupos e instituciones para la consecución eficiente de objetivos comunes. Estas relaciones conforman un sistema social abierto y dinámico compuesto por individuos y grupos que comparten necesidades y problemáticas, por lo que se organizan para intercambiar experiencias y aprovechar recursos.

Específicamente el concepto de red se toma de la teoría matemática de grafos donde las llamadas redes de un modo (objeto de estudio del presente trabajo) se centran en las relaciones entre los actores y la sociomatrix derivada de las mismas, es presentada como una matriz de adyacencia donde se manifiestan las conexiones. La representación de las relaciones entre actores sociales y las características generales de una red se realiza generalmente mediante el uso de grafos que permiten una mejor comprensión y visualización (Kuz y Falco, 2013).

2.3. El sociograma

Técnica sociométrica de análisis de datos utilizada para medir relaciones sociales dentro de un grupo, identificar roles, posiciones sociales, grados de preferencias o rechazos y comprender la forma en que se establecen los vínculos sociales (Calvo, 2010; Kuz y Falco, 2013).

En materia educativa luego de tabular, graficar e interpretar los resultados de las encuestas se aplica para conocer las relaciones sociales dentro del aula, identificar cuestiones desapercibidas y así prevenir o modificar situaciones, mejorando la convivencia. Sus gráficos permiten reconocer grupos integrados o desintegrados, existencia de subgrupos y el clima afectivo entre los estudiantes. Se elabora a partir de preguntas que los sujetos deben contestar individualmente vinculadas con la aceptación o rechazo de un compañero (Calvo, 2010; Tomalá, 2017).

2.4. Sociograma y teoría de grafos

Si bien el sociograma representa gráficamente los individuos de una red (nodos) y sus relaciones (enlaces), la teoría de grafos permite una mejor representación y análisis del mismo a través de la matemática y la informática.

Matemáticamente se define como grafo (G) a un conjunto de vértices o nodos (V) y de aristas, arcos o enlaces (E), tal que cada elemento del conjunto E está representado por un par de elementos de V .

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ donde V es el conjunto de vértices

$E = \{e_{1,2}, e_{1,3}, \dots, e_{i,j}\}$ donde E es el conjunto de aristas de tal forma que e_{ij} es la arista que conecta el vértice v_i con el vértice v_j .

El estudio de los grafos es conocido como teoría de grafos y el sociograma se presenta en un gráfico donde los vértices (V) representan los actores de un grupo y los enlaces (E) las relaciones entre ellos.

Por ejemplo, dado los actores $V = \{A, B, C, D, E\}$, y las relaciones entre ellos:

$$E = \{\{A, D\}, \{A, E\}, \{B, C\}, \{B, E\}, \{C, B\}, \{C, D\}, \{D, A\}, \{D, E\}, \{E, A\}, \{E, D\}\}.$$

Si el grafo representa un sociograma entonces los enlaces indican que el actor A elige a D y E , el B a C y E y así sucesivamente.

Existe una distinción entre grafos no dirigidos y dirigidos, en el primero los arcos muestran relaciones simétricas (mutualidades) y se representan por líneas que conectan vértices, sin flechas que indiquen una dirección específica, pues se eligen entre sí. En el segundo caso se pretende indicar cada elección individual ya que no siempre existe reciprocidad y las relaciones se expresan en flechas que indican una dirección. Por lo tanto, un grafo dirigido es tipo de grafo donde cada relación o enlace es un par de vértices ordenados, $\langle v_0, v_1 \rangle \neq \langle v_1, v_0 \rangle$.

2.5. Análisis de Redes Sociales (ARS)

Las redes de relaciones pueden estudiarse, mapearse y gestionarse mediante un enfoque metodológico denominado análisis de redes sociales (ARS) que permite profundizar el conocimiento de los fenómenos sociales. Dentro del ARS, una de las definiciones más importantes, mencionada anteriormente, es la de sociometría. Esta es conocida como el estudio de los rasgos psicológicos de los grupos mediante el análisis matemático de preferencias y rechazos que permite hallar modelos de interrelación. Una de las principales herramientas utilizadas por la sociometría es el test sociométrico, como técnica cuantitativa que permite determinar el grado en que los individuos son aceptados o rechazados en un grupo (status sociométrico), identificar relaciones entre individuos y describir la estructura grupal. Por lo tanto, la importancia del ARS radica en que proporciona herramientas visuales y matemáticas que permite estudiar y comprender redes de relaciones, donde sus nodos se conforman por actores individuales (personas) o colectivos (grupos,

comunidades) y los enlaces reflejan relaciones o flujos entre los mismos (de amistad, laboral, intercambio de información, etc.) (Kuz y Falco, 2013). Dado que los vínculos entre los actores cumplen con propiedades (intensidad de la relación, posición del actor, accesibilidad de un actor respecto a los demás, entre otras), la red social refleja distintas relaciones sociales en las que cada actor interviene y sus características (Kuz y otros, 2013).

3. MÉTODOS SOCIOMÉTRICOS DE NOMINACIONES PARA EL ARS

Según la Universidad Navarra (s.f.) los métodos sociométricos utilizados para el ARS en aulas de adolescentes comprenden en términos generales el siguiente procedimiento:

1. Aplicación del método de nominaciones:

consiste en solicitar a cada alumno elija un máximo de 3 compañeros con los que más le gusta pasar su tiempo y con los que menos, preguntándole el porqué de sus elecciones y rechazos. Se pueden contemplar situaciones de trabajo académico y tiempo libre para la obtención de datos diferenciados por actividades. Esto permite identificar las relaciones de amistad existentes analizando los siguientes indicadores de elecciones y rechazos:

- a. Indicador de Elecciones: cantidad de veces que cada estudiante es seleccionado por sus compañeros en las preguntas de elección vinculadas a afinidad en general o para realizar trabajos académicos y actividades de tiempo libre.
- b. Indicador de Rechazos: cantidad de veces que cada estudiante es seleccionado por sus compañeros en las preguntas de rechazo vinculadas con la falta de afinidad en general o para realizar actividades académicas y de tiempo libre.

2. Interpretar los datos obtenidos para detectar alumnos que se encuentran en una situación de vulnerabilidad (rechazo o aislamiento), mediante los siguientes indicadores más específicos:

- a. Indicador de rechazo: el rechazo se mide según el número de compañeros que rechazan a cada estudiante y en la posición del mismo en el ranking general del grupo. Se considera que un alumno es rechazado

cuando obtiene un número significativo de rechazos (mayor a la tercera parte de los alumnos que contestaron el cuestionario) y una puntuación en el ranking que exceda la central que refleja neutralidad, no obstante, los datos deben interpretarse a luz de la tendencia general del grupo. Es importante considerar que el rechazo priva al individuo de experiencias para su desarrollo y lo expone a interacciones que refuerzan conductas y emociones negativas.

b. Indicador de Aislamiento: implica ausencia total de elecciones, es decir que el estudiante no ha sido elegido por ningún compañero y refleja ausencia de oportunidades para establecer relaciones de amistad. El estudiante aislado, no tiene relaciones,

generalmente es ignorado por sus compañeros, pasa desapercibido y suele ser impopular. Según Moreno los Aislados Involuntarios (no elegidos) son quienes hacen elecciones, pero no encuentran reciprocidad y suelen padecer de ansiedad, inseguridad social y falta de espontaneidad para responder a situaciones percibidas como indeseables (Cukier, 2019).

3.1. Conceptos básicos de métricas y términos de la teoría de grafos para el ARS

En la siguiente tabla se exponen los principales términos y métricas considerados en el análisis de la red social de relaciones de elección y rechazo del caso sujeto a estudio.

Término/Métrica	Descripción
Nodos o Vértices	Actores de la red que se conectan mediante enlaces, pueden ser personas, organizaciones, etc. El número de nodos es el orden del grafo.
Enlace, Arista, Relación o Lazo	Es la relación entre los nodos tal que en un grafo no dirigido será una línea y una flecha en un grafo dirigido. Puede establecerse ciertas propiedades como la intensidad de la conexión (fuerte, débil, ausente)
Puente	Lazo que une dos nodos y que siendo el único camino entre ellos permiten el flujo de información entre comunidades (aunque también puede funcionar como “cuellos de botella” impidiéndolo). Los nodos que se ubican entre ellos tienen más acceso a información. Si el puente es removido las comunidades se separan.
Vértices de Corte	Nodos que si se remueven de la red se crea un componente separado
Relación de pares de Vértices Recíprocas (ratio)	En un grafo dirigido, es el número de pares de vértices con enlaces en ambas direcciones dividido el número de pares de vértices que están conectados por cualquier arista. Se ignoran las aristas duplicadas y los bucles automáticos
Ratio de reciprocidad de Enlaces	En un grafo dirigido, este es el número de aristas recíprocas dividido el número total de aristas. Se ignoran los bordes duplicados y los bucles automáticos.
Tríadas	Sistema social de relaciones durables entre tres elementos (actores o grupos)
Grafo Completo	Cada nodo se conecta los demás desarrollándose todas las posibles relaciones
Componente gigante	Conjunto de nodos conectados entre sí, directa o indirectamente. Si la red posee un “componente gigante”, significa que prácticamente se puede acceder a cada nodo desde los demás. Un componente será pequeño si contiene más de $n/3$ nodos y grande si contiene más de $n/2$ nodos. Las distintas métricas de red se calculan sobre el componente gigante que es el que está conectado.
Clique o Camarilla	Subgrafo completo formado por un conjunto de nodos completamente interconectados con una cadena de longitud 1.
Componentes Conectados	Conjunto de vértices conectados entre sí, pero no con el resto del grafo.
Componentes conectados de vértices únicos	Componentes conectados que tienen un solo vértice.

Término/Métrica	Descripción
Vértices máximos en un Componente Conectado	Cantidad de nodos en el componente gigante
Enlaces máximos en un Componente Conectado	Cantidad de enlaces en el componente gigante
Diámetro del Grafo	Distancia geodésica máxima entre todos los pares de vértices, donde la distancia geodésica es la distancia entre dos vértices a lo largo del camino más corto entre ellos. Determina cuán lejos están los dos nodos más alejados. Máxima distancia de conexión entre dos nodos.
Diámetro Medio del Grafo	La distancia geodésica media entre todos los pares de vértices. La longitud media del sendero (LMS) es el promedio de las distancias entre los nodos de una red, muestra en promedio cuantos pasos hay entre nodos. Si es un valor pequeño indica cohesión con poco agrupamiento, si es alto el diámetro y baja LMS se trata de una red extendida con ramificaciones difíciles de alcanzar por otros nodos de la red. Esta métrica permite conocer la presencia de una red de mundo pequeño.
Densidad del Grafo	Proporción de enlaces respecto de una red completa. Relación que compara el número de aristas en el grafo con el número máximo de aristas que tendría el grafo si todos los vértices estuvieran conectados entre sí. Se compara con la densidad de un grafo completo (1) donde se desarrollan el 100% de las posibles conexiones. El número arrojado representa la conectividad global de la red mostrando el porcentaje de relaciones potenciales realmente presentes.
Actores Aislados.	Que no tienen o sólo tiene una única conexión. Se colocan en su mayoría en los bordes de la red por lo que se los suele llamar nodos periféricos.
Centralidad de grado de un Vértice	Número de aristas incidentes al vértice. Elevado grado implica un nodo importante.
Centralidad de grado entrante de un Vértice (In-degree)	En grafos dirigidos es el número de aristas que tienen al vértice como destino, permite determinar posiciones de poder según lo que se esté midiendo (p/e cantidad de personas que reportan al nodo, cantidad de personas que eligen al nodo otorgándole prestigio, etc.).
Centralidad de grado saliente de un Vértice (Out-degree)	En grafos dirigidos es el número de aristas que tienen al vértice como inicio. Permite distinguir jerarquías o posiciones de poder según lo que se esté midiendo.
Centralización	Grado en el que los lazos de una red se concentran en un solo nodo o un conjunto de ellos. En las redes sociales centralizadas, una o unas pocas personas controlan la red ocupando puestos de poder (estrellas), las descentralizadas muestran estructuras de poder y control difusas.
Red con Ley de Potencia	En la distribución de frecuencias de grados de la red se aprecian muchos nodos con pocos enlaces y pocos nodos con muchos enlaces, es decir la mayoría tienen bajo grado y pocos un grado importante. Son redes que resisten a quiebres aleatorios pero son vulnerables a ataques dirigidos, pues removiendo los Hubs (nodos altamente conectados) se puede desmembrar la red.
Centralidad de intermediación de un Vértice	Facilita apreciar la importancia en la posición de un nodo pues el poder de intermediación implica estar ubicado en un lugar de la red que permite éste decida que pasa o no al otro lado. Un alto valor de centralidad de intermediación implica que el nodo controla el flujo de información.
Coefficiente de Agrupamiento de un Vértice	Cuantifica qué tanto está de agrupado con sus vecinos. Si el vértice está agrupado como un clique, entonces su valor es máximo =1, un valor pequeño indica un vértice poco agrupado en la red.
Centralidad de cercanía	Muestra la longitud del sendero más corto de los nodos hacia los otros.

Término/Métrica	Descripción
Centralidad de autovector	Depende de la centralidad de las conexiones del nodo , no se valora solo al más conectado sino la calidad de sus conexiones (si también están conectadas) pues si los enlaces del nodo son importantes se considera que su poder se traslada al mismo
Modularidad de la Red	Proporción de enlaces que caen dentro de grupos menos el valor esperado que esta proporción hubiese recibido si los enlaces se hubiesen distribuido aleatoriamente. Cuando el gráfico presenta agrupaciones o comunidades, es la medida de la calidad de las mismas Si existe alta modularidad la red tiene conexiones densas entre los vértices del mismo grupo, pero dispersas entre vértices en diferentes grupos. Permite medir la fuerza de la división de una red. Valor alto implica conexiones sólidas entre los nodos dentro de los módulos, pero escasas conexiones entre nodos en diferentes módulos. Su valor se encuentra en el intervalo [-0.5,1). Es positivo si el número de enlaces dentro de los grupos supera el número esperado por azar o casualidad. Por lo tanto, refleja la concentración de los nodos dentro de los módulos comparada con una distribución al azar de los enlaces entre todos los nodos, independientemente de los módulos. Si el número es negativo implica aleatoriedad si es positivo y supera aproximadamente el 0.6 entonces hay comunidades y no es aleatorio. Una comunidad social muy relacionada (baja modularidad) implicará mayor velocidad de transmisión de información
Cohesión:	Mide la fortaleza de la densidad de enlaces entre los miembros del subconjunto. Permite detectar grupos con una densa conexión entre sus nodos, según algún criterio
K-Core	Métrica de cohesión que muestra como cada nodo dentro de un grupo está conectado a k otros nodos en el grupo. En grafos dirigidos se calcula sobre enlaces entrantes y el de salientes
Algoritmo de Girvan y Newman	Método jerárquico utilizado para detectar comunidades en sistemas complejos. En lugar de tratar de indicar cuáles enlaces son los más importantes para las comunidades, se centra en los enlaces que son más probable que se encuentren “entre” comunidades
Red Mundo Pequeño	Redes con alto agrupamiento (clustering) y distancia geodésica media pequeña
Intermediarios, Brokers, Constructores de puentes, Cuellos de botella o Porteros	Nodo que une actores o componentes de la red que de otra manera estarían desconectados, es decir si se remueve el Broker quedan aislados de la red social restante. Tienen alta centralidad e intermediación, ocupando una posición de poder al puentear diferentes comunidades, por lo que poseen un rol muy importante en la difusión de información en redes. Tienen la ventaja de recibir información o ideas novedosas del resto de la red.
Coordinadores	Nodos que puentean dentro de un mismo grupo
Arbitro itinerante	Nodo mediador externo entre dos miembros de una misma comunidad
Representante	Nodo que media entre los miembros de su grupo y un grupo externo
Guardián	Nodo que media entre el grupo externo y miembros de su grupo
Enlace	Une grupos dispersos

Tabla 1. Definición de términos básicos de teoría de grafos y métricas para el ARS
(Fuente: elaboración propia en base a Gutierrez y Larrosa (2020), definiciones de NodeXL y Gephi).

4. METODOLOGÍA

El presente estudio de caso consiste en una investigación empírica con enfoque metodológico cuantitativo, de alcance diagnóstico descriptivo, diseño no experimental y corte transversal. Es de alcance diagnóstico descriptivo ya que

pretende identificar y describir determinados aspectos de la población estudiada. Su diseño es no experimental, al investigar una situación existente vinculada con el fenómeno de análisis y es de corte transversal pues los datos se recogieron de en un determinado momento del tiempo.

La población sujeta a estudio consiste en 33 alumnos que conforman una clase del último año de un colegio de educación secundaria de la ciudad de Bahía Blanca. La misma se componen por 13 mujeres (39%) y 20 varones (61%) entre 16 y 18 años de edad. Los datos fueron recabados durante el mes de abril de 2023 mediante un cuestionario sociométrico confidencial estandarizado con idénticas preguntas para el cual se utilizó la herramienta de Google Forms. En el mismo y con el objeto de que cada alumno reflexione sobre las personas con las que siente mayor o menor afinidad y determinar relaciones de elección o rechazo se solicita:

- Seleccione como máximo los 3 compañeros con los que siente mayor afinidad o amistad
- Seleccione como máximo los 3 compañeros con los que siente menos afinidad o amistad

Posteriormente los datos se organizan, analizan e interpretan a la luz de los conceptos vinculados al ARS enunciados en el marco teórico y mediante la utilización integral de las herramientas de software NodeXL y Gephi que permiten el cálculo de métricas y realización de grafos.

4.1. Presentación de los datos y análisis de los resultados

La organización, presentación, análisis e interpretación de los datos se realiza según el siguiente proceso:

1. Para dar comienzo al análisis se organizan y transfieren las respuestas del cuestionario a una planilla de Excel y se le asigna a cada

alumno un número del 1 al 33 que solo conoce el investigador.

2. Se transfieren las respuestas bajo la forma de números para cada nodo a NodeXL, vinculando cada uno con su correspondiente elegido o rechazado. Posteriormente se establecen atributos de género para los nodos.
3. Se realiza el ARS para determinar sus propiedades mediante su representación gráfica y cálculo de métricas siguiendo el siguiente orden:
 - De red: mediante la descripción de los atributos estructurales de la Red de Elección.
 - De nodos: identificando dentro de la Red de Relaciones de Relección los alumnos que ocupan posiciones de poder (según distintos criterios) o de marginación y dentro de la Red de Rechazos los que están alta situación de vulnerabilidad (rechazados, aislados o marginados).
 - De comunidades: describiendo cantidad de subgrupos, intensidad de sus lazos, conectores y vínculos entre ellos.

4.2. Análisis general de la red de elecciones

La red analizada es en una red de un modo, centrada en las relaciones de elección entre los actores (alumnos) y donde las conexiones se representan mediante una relación direccional. A continuación, se realiza una presentación preliminar de la estructura de la red del aula mediante un grafo generado en NodeXL, donde los alumnos son nodos numerados del 1 al 33 y las relaciones son los arcos representados por flechas que muestran las elecciones del nodo por afinidad o amistad. Los triángulos rosas indican alumnas y los círculos azules alumnos.

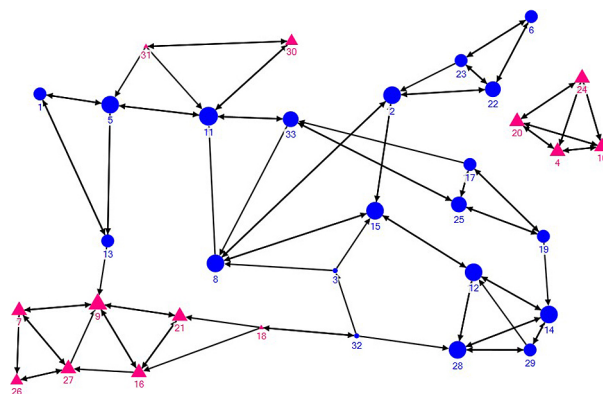


Figura 1. Grafo de red de relaciones de elección. Nota: el tamaño de los nodos se vincula a su centralidad de grado entrante (Fuente: elaboración propia mediante NodeXL a partir de los datos extraídos del cuestionario).

4.3. Métricas estructurales de la red de relaciones de elección

La tabla que se presenta a continuación informa las métricas estructurales extraídas de NodeXL y Gephi que permiten obtener un panorama general de la estructura de la red analizada.

Según la tabla, la Red de Elecciones analizada es de tipo dirigida y contiene 33 nodos y 93 enlaces. Se advierte una notable reciprocidad de enlaces, siendo del 81% y de pares de vértices con una reciprocidad del 70%. De estos valores se deduce que la gran mayoría de alumnos se eligen mutuamente, sugiriendo la existencia de lazos fuertes, pues de la totalidad de relaciones un alto porcentaje son recíprocas.

El diámetro indica que menor distancia entre los nodos más lejanos es de 9 lo cual es el 50% mayor a lo esperable para una comunidad humana que es de 6. Si se compara con el menor valor arrojado por el diámetro medio (3,43 en NodeXL y 3,91 en Gephi) indica un importante agrupamiento y baja cohesión general,

implicando una red extendida con ramificaciones difíciles de alcanzar por determinados nodos. Al completar el análisis con el gráfico se distinguen dos alumnas periféricas con un solo enlace recíproco, una comunidad importante de 7 mujeres a la cual puede accederse sólo a través del alumno 32 y otra que forma un componente totalmente aislado de 4 alumnas. Como consecuencia de este último la red se divide en 2 componentes conectados. En adelante se identifican como Componente A integrado por las alumnas 4, 10, 24 y 24 y componente gigante B formado por los restantes 29 alumnos del aula. El componente A forma un clique completamente conectado con una cadena de longitud 1 entre cada par de alumnas, no así el Componente B en el cual no se advierten agujeros estructurales, pero sí un vértice de corte (alumno 32) y pocos enlaces entre subgrupos.

No se visualizan componentes de un solo vértice por lo tanto no hay estudiantes totalmente marginados o aislados del grupo, todos han hecho elecciones y han sido elegidos por alguien.

Métrica del Grafo	NodeXL	Gephi
Tipo de grafo	Dirigido	Dirigido
Cantidad de Nodos o Vértices	33	33
Enlaces únicos	93	93
Enlaces con duplicados	0	—
Total de enlaces	93	93
Relación de pares de Vértices recíprocas (ratio)	0,6909	—
Ratio de reciprocidad de Enlaces	0,8172	—
Componentes Conectados	2	Fuertemente: 5 / Debilmente: 2
Componentes Conectados de un Vértice	0	—
Vértices máximos en un Componente Conectado	29	—
Enlaces máximos en un Componente Conectado	81	—
Diámetro (distancia geodésica máxima)	9	9
Diámetro medio	3,4352	3,921
Densidad del Grafico	0,0880	0,0880
Densidad del Grafico	0,0880	0,0880

Tabla 2. Métricas estructurales de la red de relaciones de elección.

Por último, la densidad del grafo muestra que el porcentaje de relaciones potenciales realmente presentes o desarrolladas es de 8,80 %, lo cual es un valor bajo pues el sistema tuvo en cuenta la totalidad de relaciones potenciales entre los 33 alumnos. No obstante, debe

considerarse que el máximo permitido de elecciones en el cuestionario es de 3, reduciendo esas relaciones potenciales a un total de 99. Al calcular la densidad considerando ese límite, se obtiene un valor de 93% el cual notablemente superior y elevado. Por lo tanto, la densidad

debe analizarse a la luz de otras métricas de nodos o comunidades para obtener conclusiones válidas. No obstante, se puede aseverar que no se trata de una un grafo completo donde todos los actores se relacionan entre sí y no es esperable una densidad importante, pues lo que mide la elección son relaciones de mayor afinidad o amistad.

4.3.1. Análisis de los nodos de la red de elecciones

A continuación, se presenta en la tabla 3 y se analiza junto con la figura 1 la información relativa a los nodos o actores individuales para identificar los más importantes según diferentes métricas y criterios.

Número de Nodo (alumno)	Centralidad de grado	Centralidad de grado entrante	Centralidad de grado saliente
11	8	5	3
9	8	5	3
12	7	4	3
14	7	4	3
15	7	4	3
2	7	4	3
28	7	4	3
5	7	4	3
8	7	4	3
10	6	3	3
16	6	3	3
20	6	3	3
22	6	3	3
24	6	3	3
25	6	3	3
27	6	3	3
33	6	3	3
4	6	3	3
7	6	3	3
13	5	2	3
17	5	2	3
19	5	2	3
21	5	3	2
23	5	2	3
29	5	2	3
1	4	2	2
18	4	1	3
26	4	2	2
30	4	2	2
31	4	1	3
32	4	1	3
6	4	2	2
3	3	1	2

Tabla 3. Centralidad de grado, grado entrante (in-degree) y saliente (out-degree) de la red de elecciones.
Nota: los nodos marcados en rosa corresponden a alumnas y los azules a alumnos.

La centralidad de grado permite distinguir los alumnos influyentes dentro del grupo por tener la mayor cantidad de relaciones o conexiones en la red. Indica la accesibilidad al resto de los compañeros y su nivel general de actividad social dentro del aula al considerar a cuantos a elegido cada alumno y por cuantos ha sido seleccionado.

Según la tabla anterior existe una diferencia de 5 grados entre los alumnos con mayor y menor actividad social. Siendo el alumno 11 y la alumna 9 los que manifiestan mayor centralidad de grado (8). No obstante, no existe una importante concentración de las relaciones pues le siguen en importancia siete alumnos con solo un grado menos y diez con 2. Por lo tanto, el 60% de los alumnos comparten

posiciones de influencia considerando centralidad de grado. Si bien desde un análisis preliminar puede deducirse que existe una buena relación social a nivel general, ya que los intercambios están equitativamente distribuidos sin destacar ningún estudiante en particular, hay una importante diferencia de grado con los alumnos menos integrados. También puede advertirse que el grupo de varones manifiesta mayor actividad social o relaciones que el de las mujeres.

La distribución equitativa en la centralidad de grado se comprueba al realizar una distribución de frecuencias, la cual arroja que la red no cumple con Ley de Potencia ya que la curva no manifiesta caída exponencial como se aprecia en la siguiente figura:

Distribución de frecuencias de grado

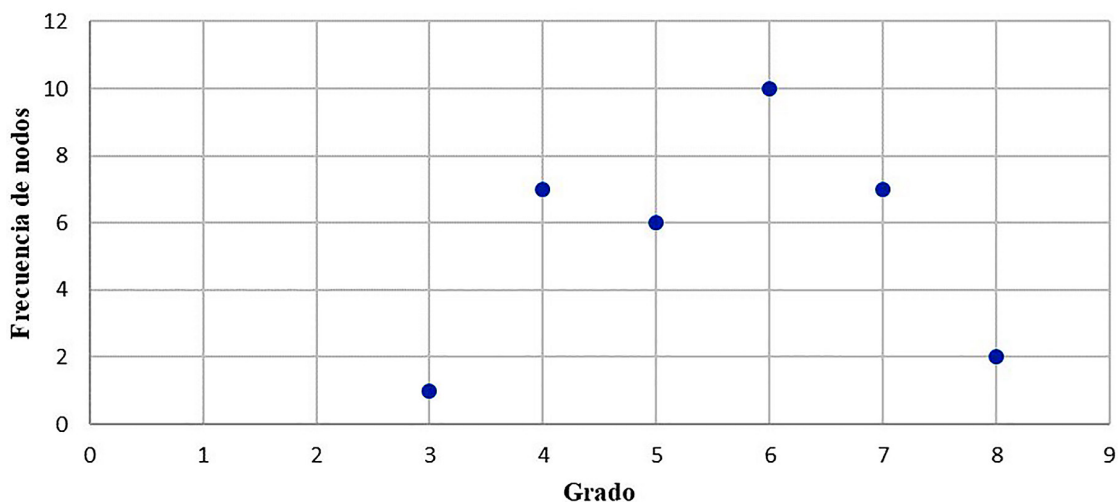


Figura 2. Distribución de frecuencias de grado de la red de elecciones
(Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos del cuestionario).

La centralidad de grado entrante (in-degree) permite identificar los alumnos con mayor “popularidad” y liderazgo al presentar el número de elecciones que recibió cada estudiante. En la Figura 1 se puede visualizar según la cantidad de flechas que apuntan hacia cada alumno y por el tamaño de cada nodo.

Partiendo de un análisis general se obtiene que el menor Grado Entrante es 1, el mayor 5, el promedio 2,848 y la mediana 3, advirtiéndose una importante diferencia entre los alumnos más elegidos con los menos populares. A partir de la Tabla 3 y la Figura 1 se deduce que los más elegidos resultaron ser el alumno 11 y la

alumna 9 con cinco elecciones, a los cuales les continúan los alumnos 12, 14, 15, 2, 28, 5 y 8 (todos varones) habiendo sido seleccionados por cuatro compañeros. De lo que se concluye que si bien hay dos alumnos que lideran las elecciones, el liderazgo y popularidad están distribuidos, no detectándose *hubs* o estrellas importantes que destaquen del resto, no obstante, se concentra principalmente en los varones.

Esta distribución del poder se advierte al realizar una distribución de frecuencias de grado entrante. En la misma se vuelve a comprobar que la red no obedecería a la Ley de Potencia como se aprecia en la siguiente figura:

Distribución de frecuencias de grado entrante

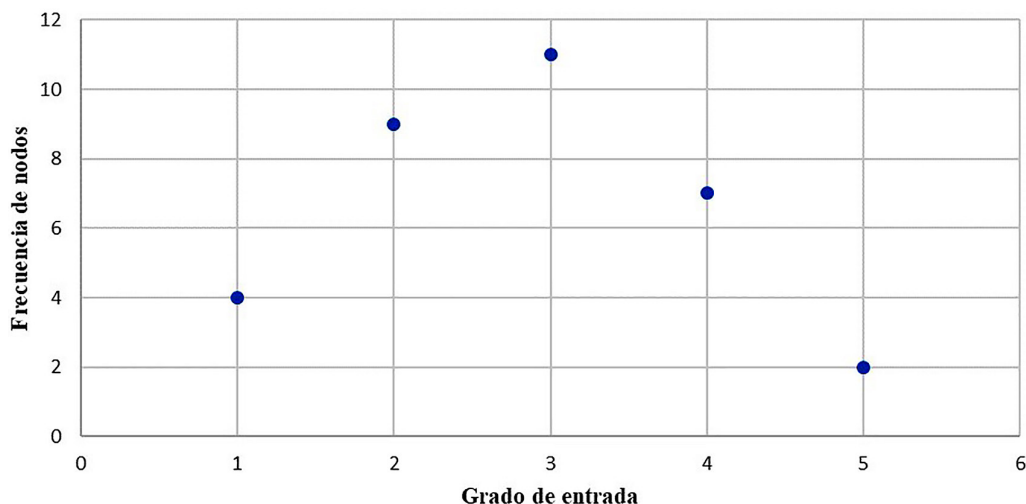


Figura 3. Distribución de frecuencias de grado entrante de la red de elecciones
(Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos del cuestionario).

El grado saliente representa la cantidad de compañeros que ha seleccionado cada alumno por sentir mayor afinidad. Del análisis general de la centralidad de grado saliente (out-degree) se obtiene que el menor es 2, el mayor 3, el promedio es 2,879 y la mediana es 3. Esta métrica no permite sacar conclusiones importantes ya que los alumnos tenían un límite de tres elecciones. No obstante, de la Tabla 3 se puede inferir que el 82% de ellos siente afinidad con al menos 3 compañeros y el 18% (3 varones y 3 mujeres) con sólo 2. Este último grupo menos integrado que la gran mayoría está formado por las alumnas 21, 26 y 30 y los alumnos 1, 3 y 6.

En términos generales al estudiar los tres tipos de centralidad de grado se infiere que los nodos con mayor cantidad de relaciones corresponden al alumno 11 y a la alumna 9, quienes con 5 entradas y 3 salidas arrojan un grado de 8.

Luego de estos actores los participantes más activos socialmente son los alumnos 11, 9, 8, 5, 2, 15, 12, 28 y 14. El alumno 3 es quien posee menor cantidad de relaciones ya que solo tiene 1 entrada y 2 salidas. Las alumnas 18 y 31 fueron seleccionadas por solo un compañero al igual que el alumno 32, no obstante, eligieron a tres alumnos con los que sienten afinidad, no siendo esta recíproca.

A continuación, se profundiza el análisis de centralidad de los nodos de la red de elecciones considerando métricas de intermediación, cercanía y autovector, las cuales se resumen en la

Tabla 4 y se complementan con sus correspondientes grafos.

A partir de la Tabla 4 y la Figura 4 se infiere que la mayor centralidad de intermediación la poseen los alumnos 11 (con un elevado valor respecto al resto) y 8, lo que permite deducir una importante capacidad de ambos en ocupar una posición intermediaria en las comunicaciones entre el resto de los estudiantes. Siendo los miembros del grupo con mayor intermediación y superando ampliamente al alumno 5 que ocupa el tercer lugar se deduce los mismos ejercen una gran influencia en el grupo, ocupando una posición de poder en cuanto al control de los flujos de comunicación informal.

Los alumnos que presentan mayor intermediación son 11, 8, 5, 33, 15, 2, 13 y finalmente la alumna 9 con bastante diferencia. En cuanto a los menores valores de intermediación los manifiestan principalmente las mujeres e incluso es nulo en cinco de ellas (cuatro de las cuales conforman el componente separado A), advirtiéndose nuevamente centralización de la influencia en los estudiantes varones.

Si bien en la mayoría coincide en valores de centralidad de intermediación y de Grado Entrante no siempre es así. Esta situación es destacable en los alumnos 3 y 32 quienes muestran muy bajo Grado Entrante y una mayor centralidad de intermediación que compañeros con Grado Entrante superior, lo cual indica que ocupan una posición importante.

Número de nodo	Centralidad de intermediación	Centralidad de cercanía	Centralidad de autovector
11	307,5000	0,3049	0,7940
8	244,1666	0,3125	0,7529
5	182,0000	0,2778	0,5488
33	168,6666	0,3125	0,4973
15	125,8333	0,2717	0,8662
2	123,0000	0,2688	0,8029
13	120,0000	0,2475	0,3099
9	114,3303	0,7143	0,8277
12	92,8333	0,2273	1,0000
25	65,8333	0,2688	0,3511
22	51,5000	0,2212	0,4625
7	35,0000	0,7143	0,5925
3	32,0000	0,2574	0,0137
14	25,8333	0,1908	0,8442
19	25,5000	0,2336	0,2184
30	21,0000	0,2404	0,3234
32	21,0000	0,2947	0,0137
16	18,8333	0,7143	0,4709
23	11,5000	0,2212	0,2583
28	10,0000	0,1908	0,7901
17	8,3333	0,2688	0,2184
27	6,1666	0,7143	0,5020
18	6,0000	0,2545	0,0137
31	4,5000	0,2632	0,1158
21	1,6666	0,5556	0,4709
1	0,0000	0,2336	0,3099
4	0,0000	1,0000	0,5989
6	0,0000	0,1838	0,2583
10	0,0000	1,0000	0,5989
20	0,0000	1,0000	0,5989
24	0,0000	1,0000	0,5989
26	0,0000	0,5000	0,3773
29	0,0000	0,1908	0,5370

Tabla 4. Métricas de centralidad de intermediación, cercanía y autovector de los nodos.

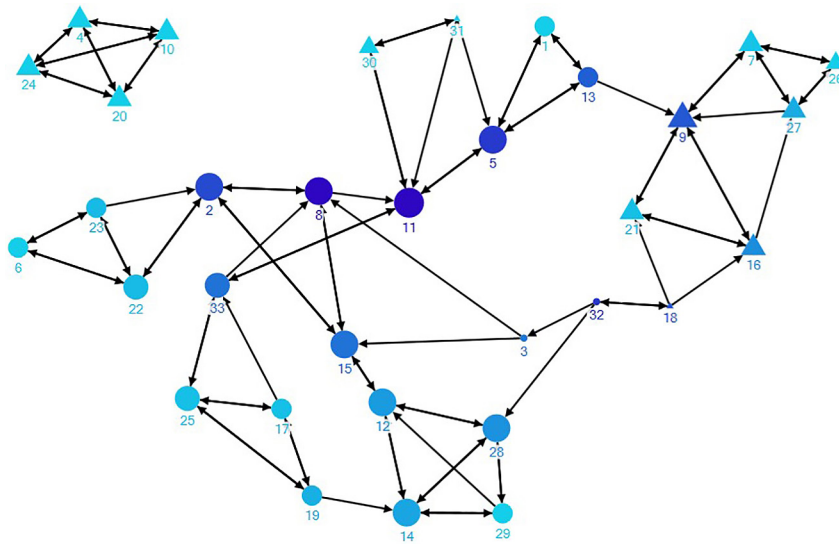


Figura 4. Red de relaciones de elección diferenciando los nodos según centralidad de grado entrante y de intermediación. **Nota:** los nodos se diferencian de color más claro a oscuro según su mayor centralidad de grado entrante y por tamaño según centralidad de intermediación. Los triángulos representan alumnas y los círculos alumnos.

Es fundamental destacar la posición del alumno 2 quien además de tener un valor importante de centralidad de grado es un vértice de corte en la red actuando como intermediario o *broker*. Si este actor es excluido, el componente gigante B se separaría en dos ya que su enlace forma un puente entre estudiantes que no están directamente conectados. Puede decirse que el mismo es influyente al cumplir un papel de difusor pudiendo llegar a alumnos que otros no. El alumno 32 si bien no es un intermediario

también cumple un importante rol de influencia pues es el único intermediario entre un componente compuesto por varones y otro de mujeres. Si se remueven estos dos nodos el aula quedaría separada en tres subgrupos dos de mujeres y uno de varones, por lo tanto, ocupan una posición central para mantener el flujo de información y la integración entre alumnos y alumnas.

Si se grafica nuevamente la red de relaciones de elección considerando centralidad de grado entrante y de cercanía se obtiene la siguiente figura:

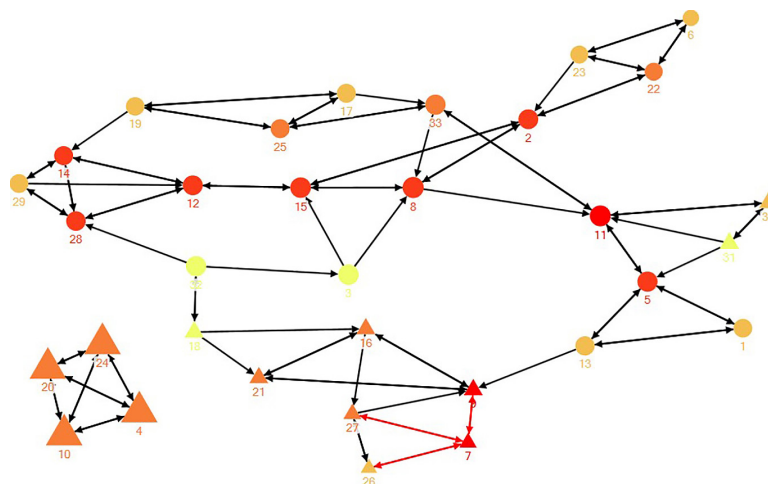


Figura 5. Red de relaciones de elección diferenciando los nodos según centralidad de grado entrante y de cercanía. **Nota:** los nodos se diferencian desde un color claro a oscuro según su mayor centralidad de grado entrante y por tamaño según centralidad de cercanía. Los triángulos representan alumnas y los círculos alumnos.

Del análisis de la Tabla 4 y del gráfico anterior se deduce que la mayor influencia respecto a la centralidad de cercanía del componente gigante B la comparten con el mismo valor (0,7143) las alumnas 9, 7, 16 y 27, a las cuales le continúan con un valor de 0,5 las alumnas 21 y 26. Los menores valores de cercanía los manifiestan los varones y las alumnas 31, 18 y 30 (que se ubican en periferia de sus subgrupos). Si bien el subgrupo formado por

mujeres con mayor centralidad de cercanía y la alumna 18 manifiesta tener según esta métrica la menor distancia con el resto de los nodos, no se puede tomar como un indicador de influencia ya que forman un componente que de no ser por el alumno 32 estaría aislado de la red.

Al graficar la red de relaciones de elección considerando centralidad de grado entrante y de autovector se obtiene la siguiente figura:

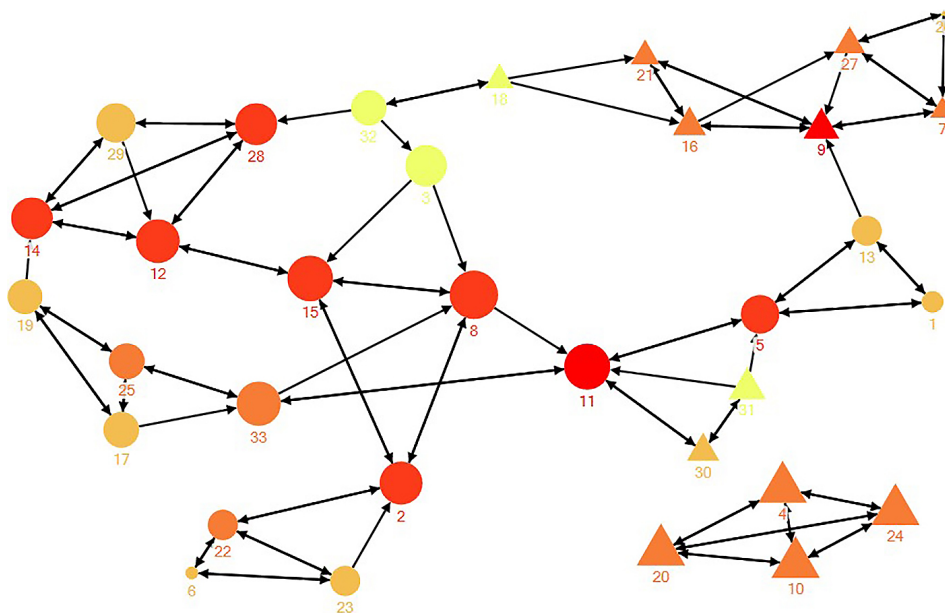


Figura 6. Red de relaciones de elección diferenciando los nodos según centralidad de grado entrante y de autovector. **Nota:** los nodos se diferencian desde color claro a oscuro según su mayor centralidad de grado entrante y por tamaño según centralidad de autovector. Los triángulos representan alumnas y los círculos alumnos.

Del análisis de la centralidad de autovector se infiere que el alumno que ocupa una mejor posición considerando el poder o influencia de sus enlaces directos recíprocos es el 12, le siguen 15, 14, 2, 11, 28, 8 y la alumna 9. Se puede apreciar que alumnos que poseen un menor grado entrante que otros pueden ocupar una posición superior al considerar este indicador de centralidad, tal ese el caso de los alumnos 12, 15 y 14 quienes superan en valor de autovector al 11. También se comprueba que estudiantes con igual grado entrante adquieren distinta importancia al consideran la centralidad de autovector, como los alumnos 5 y 12 que poseen idéntico grado de entrada (4), pero el alumno 12 evidencia el doble de centralidad de autovector.

4.3.2. Análisis de nodos de la red de rechazos

A partir del análisis de los distintos indicadores de centralidad (grado, intermediación, cercanía y autovector) realizado para conocer las posiciones de poder e influencia en la red de elección se infiere que en términos generales el poder no está centralizado y puede variar el actor que lo detente según el criterio o métrica considerado. Por ende, para obtener conclusiones válidas debe hacerse una análisis integral y profundo de las relaciones de elección además de investigar la potencial importancia o rol que ocupan los actores aislados.

También es fundamental se considere el aislamiento y rechazo hacia los actores menos conectados de la red para evitar riesgos y mejorar

las relaciones grupales. Estos pueden ser detectados en una primera instancia a partir de los valores de centralidad de grado estudiados en la red de elección, siendo los que arrojan menores valores. No obstante, esta investigación profundiza dicho análisis construyendo una nueva Red Social de Relaciones de Rechazo que se presenta a continuación. El objetivo

de la misma se centra principalmente en detectar los alumnos más rechazados por haber sido seleccionados por sus compañeros como aquellos con los que sienten menor afinidad. Por lo tanto, la métrica de base será la centralidad de grado entrante de cada Nodo y los estudiantes más rechazados los que arrojen el mayor valor de Centralidad.

Número de nodo	Centralidad de grado	Centralidad de grado entrante	Centralidad de grado saliente
32	15	14	1
18	14	11	3
16	13	10	3
7	10	7	3
26	8	6	2
2	8	5	3
6	7	4	3
19	7	4	3
22	7	4	3
11	6	3	3
13	5	3	2
33	6	3	3
3	4	2	2
4	5	2	3
20	5	2	3
25	5	2	3
31	5	2	3
1	3	1	2
5	4	1	3
8	4	1	3
14	4	1	3
21	4	1	3
24	4	1	3
28	4	1	3
30	3	1	2
9	3	0	3
10	3	0	3
12	3	0	3
15	3	0	3
17	3	0	3
23	3	0	3
27	3	0	3
29	3	0	3

Tabla 5. Centralidad de grado, grado entrante (indegree) y saliente (outdegree) de la red de rechazos.

A continuación, se representa gráficamente la estructura de la red de rechazos. En la Figura 9 los alumnos son nodos numerados del 1 al 33 y las relaciones son los arcos representados por flechas que muestran los rechazos

recibidos por cada estudiante desde el resto de sus compañeros por haber manifestado tener menor afinidad con el mismo. Los triángulos rosas indican alumnas y los círculos azules alumnos.

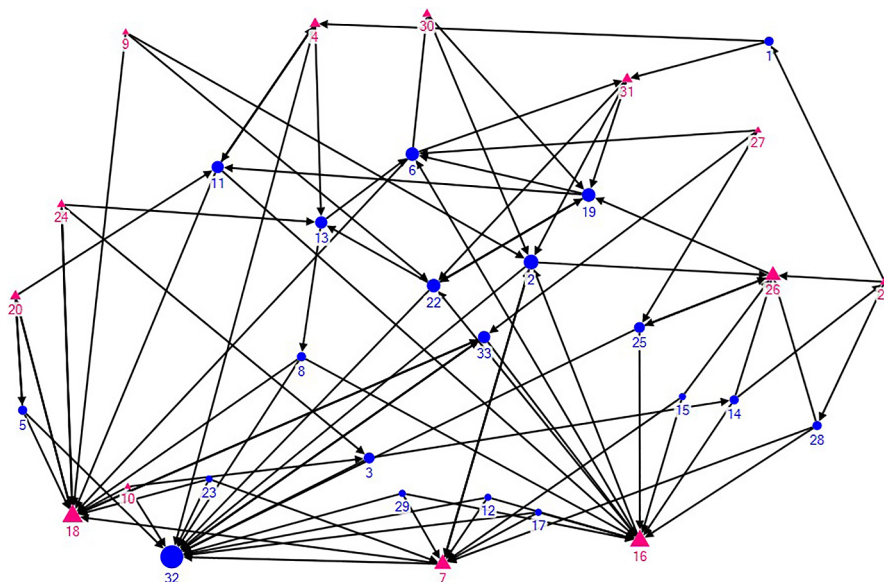


Figura 7. Red de relaciones de rechazo diferenciando los nodos según centralidad de grado entrante por menor amistad o afinidad. **Nota:** el tamaño del nodo está determinado por el grado entrante.

Si se compara la red de elección con la de rechazo se visualiza que la primera está más distribuida y existe una menos centralización. Esto se comprueba al existir en la red de rechazo menor ratio de reciprocidad de pares de vértices (0,1084) y de enlaces (0,1956) pero la misma cantidad de vértices (33) y casi la misma

de enlaces (92). De esto se puede deducir de manera preliminar que, dado que las relaciones de rechazo no son recíprocas, existe centralización de los rechazos en uno o pocos alumnos, por lo tanto, esta red puede ser que siga una ley de potencia acorde a lo observado en la Figura 8.

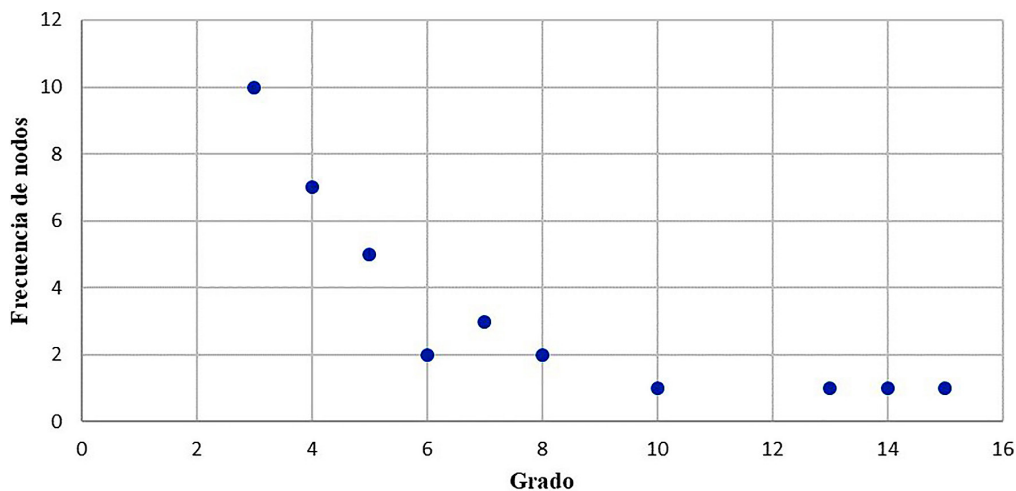


Figura 8. Distribución de frecuencias de grado de la red de rechazo (Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos del cuestionario).

De la misma manera a partir del análisis de la centralidad de grado entrante desde la Tabla 5 se deduce la existencia de una alta centralización en la red de relaciones de rechazo, dado que los lazos se concentran en pocos alumnos. Se verifica que el mayor rechazo lo recibe el alumno 32 con un grado entrante de 14 (proveniente principalmente de varones), continuando las alumnas 18 con un grado de 11 (proveniente de mujeres y varones) y 16 con un valor de 10 (proveniente de varones). Continúan en el orden las alumnas 7 y 26 pero con un notable menor grado (7 y 6), la primera es rechazada por varones y la segunda sólo por una mujer. No han recibido rechazos las alumnas 9, 10, 27 y los alumnos 12, 15, 17, 23 y 29.

De lo anterior se deduce que salvo el caso del alumno 32 los estudiantes más rechazados son mujeres y en su gran mayoría por varones. Del análisis comparativo con la red de relaciones donde los alumnos 32 y 3 y las alumnas 18 y 31 fueron los menos elegidos, se aprecia que el 32 también es el más rechazado por sus compañeros. La alumna 9 presenta una importante posición de influencia pues además de ser una de las más elegidas por sus compañeros no ha sido rechazada por ninguno. Los alumnos 12, 15 obtuvieron un grado de elección importante y ningún rechazo. Situación que no se verifica en el alumno 11 con un buen grado de elección pero que manifiesta haber sido rechazado por 3 compañeros.

4.4. Análisis de comunidades de la red de elecciones

A continuación, se estudian las comunidades de la red de relaciones de elección del aula mediante métricas de modularidad y algoritmos, con la finalidad de detectar subgrupos y analizar su número, tamaño y composición. Para ello se presentan los valores arrojados por las métricas clase de modularidad y el algoritmo de clasificación jerárquico Girvan-Newman y luego el grafo de la red según cada uno.

Analizando la red por modularidad se detectan 6 comunidades y el reporte general arroja un valor de 0,672, considerando que es positivo, que 1 es el máximo y que la cantidad de nodos es 33, se deduce una segmentación importante de la red de elecciones en comunidades. Las 6 Comunidades identificadas se conforman de la siguiente manera: C0 (rosa claro) está

integrada por los alumnos 1, 5, 11, 13 y alumnas 30 y 31; C1 (rojo) por los alumnos 2, 3, 6, 8, 15, 22, 23 y 32; C2 (naranja) por las alumnas 4, 10, 20 y 24; C3 (rosa oscuro) por las alumnas 7, 9, 16, 18, 21, 26 y 27; C4 (amarillo oscuro) por los alumnos 12, 14, 28 y 29 y C5 (amarillo claro) por los alumnos 17, 19, 25 y 33.

De la composición de las comunidades se infiere que C1 es la comunidad más grande y está integrada por 8 miembros varones, le siguen en tamaño C3 conformada por 7 mujeres, C0 con 6 miembros (4 varones y 2 mujeres) y por último se encuentran las comunidades C2 formada por 4 mujeres y C4 y C5 conformada por 4 varones. Por lo tanto, se advierte una importante segmentación por género pues solo C0 es mixta y una preponderancia de las comunidades C1 y C3 ya que la primera se integra por el 40% de los estudiantes varones y la segunda por el 54% de las estudiantes mujeres. Las 13 mujeres están distribuidas en 3 comunidades al igual que los 20 varones, indicando menor integración de las mujeres entre sí.

En cuanto a la distribución de los nueve actores principales considerando el Grado de Entrada se advierte que los alumnos 5 y 11 integran la comunidad C0, la alumna 9 la C3, mientras los alumnos 2, 15 y 8 la C1 y los alumnos 12, 14 y 28 la C4. Por lo tanto, las comunidades C0, C1 y C4 concentran los actores con mayor liderazgo según este criterio, no obstante, se advierte que el mismo está distribuido en cuatro comunidades y no centralizado en una única.

Al analizar la distribución de los ocho actores principales considerando centralidad de autovector se detecta que los alumnos 2, 8 y 15 integran la comunidad C1, los alumnos 12, 14, y 28 la C4, el alumno 11 la C0 y la alumna 9 la C3. Por lo tanto, las comunidades C1 y C4 concentran los alumnos de mayor importancia según este criterio, no obstante, existe cierta distribución ya que no están centralizados en una única comunidad.

Las comunidades C4 y C2 forman Cliques o Camarillas. Sólo las comunidades C0-C5 (enlace alumnos 11-33), C1-C4 (enlace alumnos 12-15) y C1-C3 (enlace alumnos 18-32) se relacionan a través de un único lazo recíproco. El resto a través de un enlace no recíproco o no se relacionan con otras, como la comunidad C2 que está totalmente aislada. Por lo tanto, del análisis de la cantidad y calidad de enlaces entre comunidades se infieren una baja integración y vínculo entre las mismas.

Número de nodo	Clase de modularidad	ID del Cluter (G.N.)	Cluster	Número de componente
1	0	5	0	0
5	0	5	0	0
11	0	2	0	0
13	0	5	0	0
30	0	2	0	0
31	0	2	0	0
2	1	7	0	0
3	1	7	0	0
6	1	3	0	0
8	1	7	0	0
15	1	7	0	0
22	1	3	0	0
23	1	3	0	0
32	1	6	0	0
4	2	1	1	1
10	2	1	1	1
20	2	1	1	1
24	2	1	1	1
7	3	4	0	0
9	3	6	0	0
16	3	6	0	0
18	3	6	0	0
21	3	6	0	0
26	3	4	0	0
27	3	4	0	0
12	4	8	0	0
14	4	8	0	0
28	4	8	0	0
29	4	8	0	0
17	5	0	0	0
19	5	0	0	0
25	5	0	0	0
33	5	0	0	0

Tabla 6. Comunidades por modularidad y Girvan-Newman de la red de elecciones.

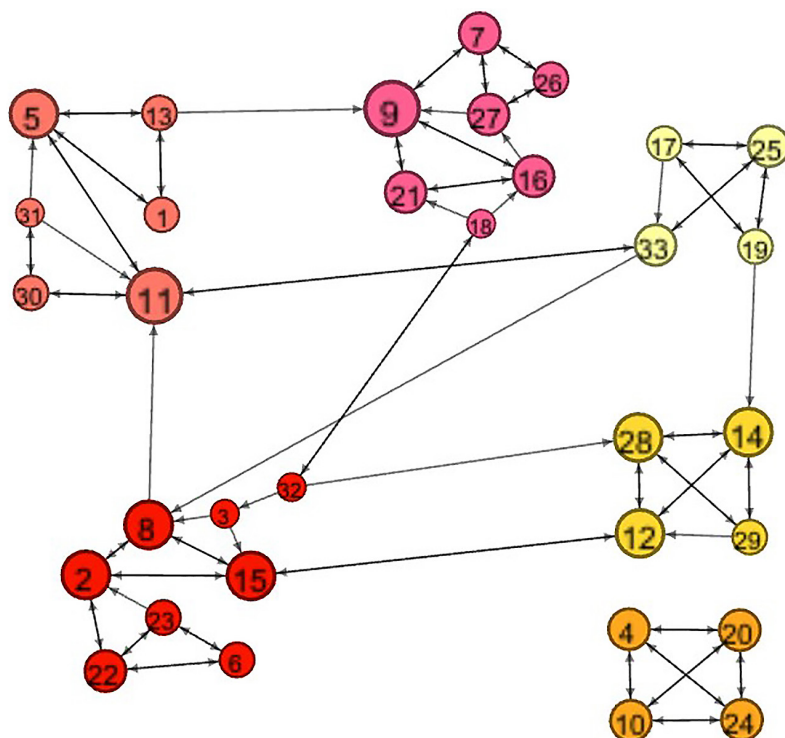


Figura 9. Comunidades de la red de elecciones según la métrica de modularidad. **Nota:** las comunidades se diferencian por colores y los nodos por tamaño según centralidad de grado entrante.

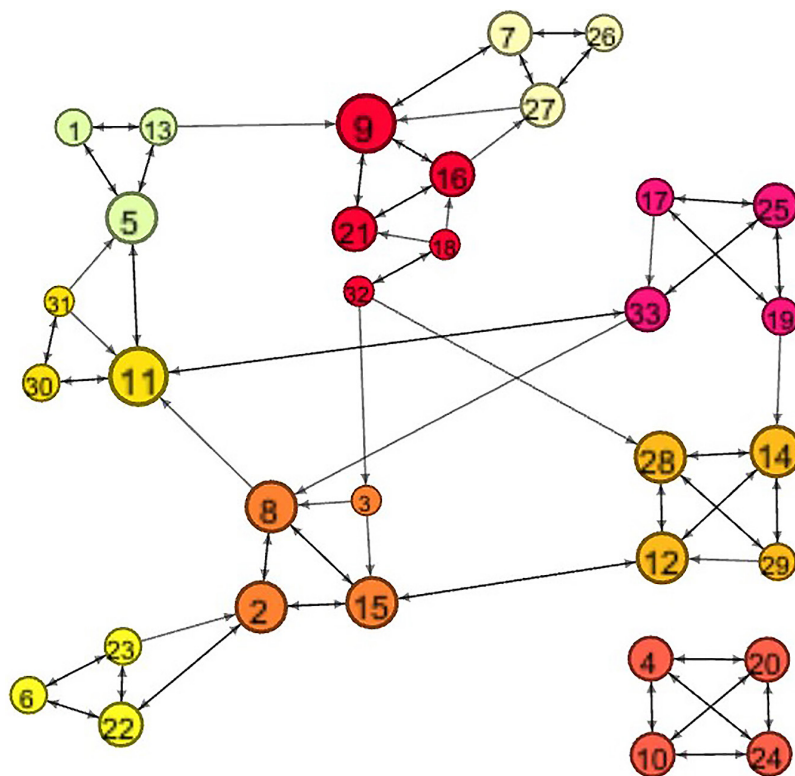


Figura 10. Comunidades de la red de elecciones según algoritmo de Girvan-Newman. **Nota:** las comunidades se diferencian por colores y los nodos por tamaño según centralidad de grado entrante.

Analizando la red según el algoritmo de Girvan-Newman se detectan 9 comunidades y el reporte general arroja un valor de 0,667, de lo cual se deduce una segmentación importante de la Red de Elecciones en comunidades, aún mayor que la arrojada por Modularidad. Las 9 Comunidades identificadas se conforman de la siguiente manera: C0 (rosa oscuro) está integrada por los alumnos 33, 25, 17 y 19; C1 (rosa claro) por las alumnas 4, 10, 20 y 24; C2 (amarillo intermedio) por el alumno 11 y las alumnas 30 y 31; C3 (amarillo fuerte) por las alumnas 22, 23 y 6; C4 (amarillo claro) por las alumnas 7, 27 y 26; C5 (verde) por los alumnos 5, 13 y 1; C6 (rojo) por las alumnas 9, 16, 21, 18 y el alumno 32; C7 (naranja oscuro) por los alumnos 15, 2, 8 y 3 y C8 (naranja claro) por los alumnos 12, 14, 28 y 29.

De la composición de las comunidades se infiere que C6 es la comunidad más grande y está integrada por 5 miembros, 4 mujeres y 1 varón, le siguen en tamaño C0, C7 y C8 conformada por 4 varones y C1 por 4 mujeres. Por último, se evidencian 4 tríadas que son las comunidades C2 formada por 1 varón y 2 mujeres, C3 y C4 formada por mujeres y C5 formada por varones. Por lo tanto, se advierte una importante segmentación por género pues solo las comunidades C2 y C6 son mixtas, el 80% restante se agrupa por género.

En cuanto a la distribución de los nueve actores principales considerando el Grado de Entrada se advierte que el alumno 11 integra la comunidad C2, la alumna 9 la C6, el alumno 5 la C5 mientras los alumnos 2, 15 y 8 la C7 y los alumnos 12, 14 y 28 la C8. Por lo tanto, las comunidades C7 y C8 concentran los actores con mayor liderazgo según este criterio no obstante se advierte que el mismo está distribuido en cinco comunidades y no centralizado en una única.

Al analizar la distribución de los ocho actores principales considerando centralidad de autovector se detecta que los alumnos se detectan que los alumnos 2, 8 y 15 integran la comunidad C7, los alumnos 12, 14 y 28 la C8, el alumno 11 la C2 y la alumna 9 la C6. Por lo tanto, las comunidades C7 y C8 concentran los alumnos de mayor importancia según este criterio, no obstante, existe cierta distribución ya que no están centralizados en una única.

Las comunidades C1, C3, C4, C5 y C8 forman cliques o camarillas. Sólo las comunidades C2-C5 (enlaces alumnos 11-5), C0-C2 (enlaces alumnos 11-33) y C7-C8 (enlaces alumnos 12-15), C4-C6 (enlace alumnos 9-7) y C3-C7 (enlace alumnos 2-22) se relacionan a través de un único lazo recíproco. El resto a través de un enlace no recíproco o no se relacionan con otras como en el caso de la comunidad C1 que está totalmente aislada. Por lo tanto, del análisis de la cantidad y calidad de enlaces entre comunidades se infiere una buena cohesión interior pero baja integración entre las mismas.

5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El aula es un espacio de aprendizaje y de socialización entre los alumnos donde se desarrollan redes sociales mediante diversas relaciones que pueden influir no solo en la autoestima y desarrollo personal de los estudiantes sino también en su desempeño académico. Es por ello que la presente investigación se propone analizar la red social de un aula en particular para identificar y conocer las relaciones de elección y rechazo entre estudiantes, roles y composición de subgrupos y poder realizar intervenciones que permitan mejorar el clima áulico.

A partir de los estudios y análisis desarrollados de las Redes de Elecciones y Rechazos, posición, roles de sus actores y composición de comunidades, se concluye que si bien se advierten un alumno y una alumna mayormente seleccionados por sus compañeros no existe concentración en las relaciones de elección, estando las mismas distribuidas en el grupo mediante enlaces recíprocos. Si bien puede inferirse que a nivel a nivel general hay una buena relación social pues los intercambios, el liderazgo y el poder están equitativamente distribuidos sin destacarse ningún estudiante en particular, hay una importante diferencia de actividad entre los alumnos con más relaciones y los menos integrados. También puede notarse que el grupo de varones manifiesta mayor actividad social o relaciones que el de las mujeres, pues son quienes concentran los más altos niveles de popularidad e influencia. Esto puede deberse a que el 60% del aula se conforma por varones y los géneros según este estudio tienden a seleccionarse entre sí. Esto se comprueba al analizarse la

composición de las comunidades advirtiéndose una notable segmentación del aula en subgrupos conformados principalmente por personas del mismo género, lo cual explica y refuerza la falta de vínculo entre estos y sus comunidades, creando una desintegración en el salón.

Al analizar rechazos o aislamientos no se identifican estudiantes totalmente marginados, pues cada actor ha realizado elecciones y ha sido seleccionado por afinidad al menos por un compañero, no obstante, sí se distingue una comunidad de mujeres totalmente aislada del resto del grupo. Por otro lado, si bien las relaciones de afinidad manifiestan una alta reciprocidad y distribución, las de rechazo se encuentran altamente centralizadas en pocos alumnos. Entre estos es importante destacar la situación de vulnerabilidad de un alumno en particular, la cual se deduce del rechazo que sienten hacia la mayoría de los varones y del hecho de haber sido seleccionado por afinidad sólo por una compañera. No obstante, se presenta un fenómeno particular a ser considerado, pues el estudiante ocupa una importante posición de intermediación en la red, actuando como puente entre el grupo de varones y mujeres que conforman el componente gigante. Por lo tanto, si bien el alumno en cuestión resulta ser el menos elegido y más rechazado por sus compañeros, su importancia y rol de intermediación e integración es crucial. Además, se encuentra en el medio del flujo de información convirtiéndose en un actor significativo que ocupa una posición de privilegio al ser el único que recibe información e ideas de ambas comunidades.

Del análisis de la cantidad y calidad de enlaces entre comunidades se infiere una buena cohesión interior de comunidades principalmente conformadas por actores del mismo género, pero una baja integración y vínculo entre ellas. Lo que comprueba el hecho que, en las redes sociales, los actores tienden a crear subgrupos muy unidos caracterizados por una densidad relativamente alta de las relaciones entre nodos pertenecientes a cada comunidad, pero débiles entre ellas. Esto se visualiza en la cantidad de enlaces existentes dentro de cada comunidad y los pocos (o ninguno) entre las mismas. Por último, se advierte que los principales actores según las métricas de grado de entrada y autovector no están concentrados en una única comunidad, sino que se distribuyen entre algunas de ellas.

En base a lo anteriormente expuesto puede afirmarse que el presente trabajo cumple el objetivo propuesto, demostrando la utilidad del ARS, el procedimiento aplicado y softwares utilizados en contextos educativos. No obstante, las conclusiones obtenidas deben apreciarse a la luz de las siguientes limitaciones de esta investigación:

- Los análisis fueron realizados atendiendo las principales métricas básicas del ARS sin considerar otras que podrían arrojar resultados más detallados partiendo de análisis realizados con mayor profundidad.
- Sólo se tuvieron en cuenta los atributos de género de los actores sin considerar diferencias de edad, posición social, domicilio, escuela primaria, deportes practicados, entre otros.
- El estudio se llevó a cabo considerando la red social de un aula específica, lo cual no constituye una muestra suficiente para generalizar sus resultados y conclusiones
- Se trata de un estudio diagnóstico descriptivo que no sugiere medidas de mejora o solución a las problemáticas detectadas.

En base a las limitaciones mencionadas se propone como futuras líneas de acción e investigación:

- Profundizar el estudio, promover la reflexión de las relaciones encontradas e implementar estrategias de integración grupal entre géneros y hacia los alumnos más vulnerables que debido al rechazo o aislamiento sufrido evidencian timidez, retraimiento o bajo rendimiento.
- Monitorear las estrategias implementadas y evaluar sus resultados mediante la repetición de la investigación habiendo ocurrido un tiempo prudencial.
- Considerar otros atributos de actor además del género para comprender con mayor profundidad el motivo de elecciones y agrupamientos, pudiendo determinar cuáles son los que generan la homofilia.
- Continuar con las mediciones y análisis realizados en otros cursos, escuelas o niveles educativos, para realizar estudios comparativos y observar si existen coincidencias en los resultados y patrones de repetición de conductas.

Para finalizar es importante considerar que la labor docente no sólo incluye proporcionar las mejores estrategias de enseñanza y la constante preocupación por el aprendizaje de sus estudiantes, sino también propender todos los medios necesarios para generar el mayor bienestar de los mismos. Por ello es importante conocer las dinámicas de las relaciones grupales y velar por que ningún alumno se sienta marginado o rechazado. Para lograr este objetivo deben realizarse estudios de diagnóstico que permitan detectar situaciones problemáticas y generarse espacios de diálogo y reflexión sobre los resultados obtenidos. Solo así la diversidad puede ser vista por todos los miembros del aula como una oportunidad de aprendizaje y enriquecimiento mutuo y no como un factor de exclusión.

Conflicto de interés

La autora declara que no existe conflicto de intereses.

Declaración de consentimiento de datos

Los datos generados durante la investigación se han incluido en el artículo. ●

REFERENCIAS

- UNIVERSIDAD NAVARRA. (s.f) <https://www.educacion.navarra.es/documents/57308/57743/sociograma.doc/fca7c2b6-8125-4d7f-b5a1-e479e66119e6>
- BURT, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2), 349-399. <https://doi.org/10.1086/421787>
- CALDERÓN-GONZÁLEZ, N. (2022). El sociograma y la convivencia en escuelas secundarias de México. *Educación y Humanismo*, 24(43), 1-12. doi: 10.17081/eduhum.24.43.5296
- CALVO, R. (2010). *Científica: El Sociograma*. Monografía. Granada.
- CUKIER, R. (2019). *Palabras de Jacob Levy Moreno: Vocabulario de citas del Psicodrama, de la Psicoterapia de Grupo, del Sociodrama y de la Sociometría*. Ágora.
- GARCÍA-ROMÁN, S. (2013). *El uso del sociograma para determinar las relaciones existentes en un aula de 4º de ESO* (Master's tesis).
- GARRIDO MACÍAS, M., JIMÉNEZ LUQUE, N., LANDA SÁNCHEZ, A., PÁEZ ESPINAR, E. Y RUIZ BARRANCO, M. (2013). *Factores que influyen en el rendimiento académico: la motivación como papel mediador en las estrategias de aprendizaje y clima escolar*. Universidad de Granada.
- GAXIOLA, M., Y ARMENTA, M. (2016). Factores que Influyen en el Desarrollo y Rendimiento Escolar de los Jóvenes de Bachillerato. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(1), 63-82.
- GUERRERO, G., DE FRAINE, B., CUETO, S., Y LEÓN, J. (2012). El efecto del clima escolar en los resultados cognitivos y socio-emocionales de los estudiantes al final de la educación secundaria. El caso de instituciones educativas urbanas en Lima. *Seminario Nacional de Investigación Educativa*. Sociedad de Investigación Educativa Peruana.
- GIRVAN M. AND NEWMAN M. E. J. (2002). *Community structure in social and biological networks*, Proceedings of the National Academy of Sciences 99(12), 7821-7826. <https://doi.org/10.1073/pnas.122653799>
- GUTIERREZ, E. M. Y LARROSA, J. M. C. (2020). Popularidad en páginas de Facebook: ¿Qué rol cumplen las variables estructurales de la red? *AWARI: Revista de la Asociación Latinoamericana de Análisis de Redes Sociales* 1(1), 59-73. DOI: 10.13140/RG.2.2.28491.41764
- HAMODI-GALÁN, C., Y BENITO-BRUNET, Y. (2019). Bullying: Detección mediante el test sociométrico y prevención a través de experiencias basadas en el método socioafectivo. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 44-68. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-3.3>
- KUZ, A., & FALCO, M. (2013). Herramientas sociométricas aplicadas al ambiente áulico. Incluido en *Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información* (pp. 2347-0372).
- KUZ, A., GIANDINI, R. S., & NAHUEL, L. (2013). Integrando redes sociales y agentes de software en entornos educativos. Incluido en *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- KUZ, A., FALCO, M., NAHUEL, L., & GIANDINI, R. S. (2015). Análisis de Redes Sociales a través de Gephi y NodeXL. In *II Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS)-JAIIO 44* (Rosario, 2015).
- LLITERIO, A., NANTES E., LARROSA, J.M., GÓMEZ, L. (2017). "Marketing and social networks:

- a criterion for detecting opinion leaders”, *European Journal of Management and Business Economics*, 26(3): 347-366. doi.org/10.1108/EJMBE-10-2017-020
- MORENO, J. L. (1934). *Who shall survive? A new approach to the problem of human interrelations*. doi.org/10.1037/10648-000
- OLIVA DELGADO, A., REINA, M., HERNANDO, Á., ANTOLÍN, L., PERTEGAL, M. Á., PARRA JIMÉNEZ, Á., RÍOS, M., ESTÉVEZ, R.M. Y PASCUAL, D. M. (2011). Activos para el desarrollo positivo y la salud mental en la adolescencia. *Desarrollo positivo adolescente y los activos que lo promueven: un estudio en centros docentes andaluces*. Junta de Andalucía.
- QUEUPIL, J. P., CUÉLLAR, C., CUENCA, C., RAVEST, J., Y GUÍÑEZ, C. (2021). Roles de liderazgo y colaboración para la mejora escolar: un estudio de caso a través del análisis de redes sociales. *Calidad en la Educación*, (54), 107-142.
- ROSÁRIO, P. (2012). Predicción del rendimiento en matemáticas: efecto de variables personales, socioeducativas y del contexto escolar. *Psicothema*, 24(2), 289-295.
- TOMALÁ, A. M. V. (2017). Sociograma escolar, una técnica eficaz. *Illari*, 39-44. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/illari/article/view/246>
- URBINA HURTADO, C., LÓPEZ LEIVA, V. Y CÁRDENAS VILLALOBOS, J. P. (2018). El uso de sociogramas en la escuela para la mejora de la convivencia: un estudio en escuelas chilenas. *Perfiles educativos*, 40(160), 83-100.
- WASSERMAN, S., Y FAUST, K. (2013). *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones* (Vol. 10). CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.

