



**ESTADO  
DE LA EDUCACIÓN**

---

**Informe Estado de la Educación 2019**

---

## **Investigación de base**

---

# Análisis de redes educativas: Redes de estudio en matemática

**Investigador:**

Vladimir González Gamboa

San José | 2019



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES



Año de las universidades públicas  
por la igualdad de género,  
la no violencia y  
una sociedad más justa



PROGRAMA  
ESTADO DE LA NACIÓN

“Esta Investigación se realizó para el capítulo ESPECIAL, del SÉPTIMO INFORME ESTADO DE LA EDUCACIÓN.

Las cifras de esta investigación pueden no coincidir con las consignadas en el SÉPTIMO INFORME ESTADO DE LA EDUCACIÓN en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## Contenido

<b>Recolección de Datos: Observación en las Aulas</b> .....	4
<b>Introducción Teórico-Methodológica</b> .....	4
Metodología: Estudio piloto .....	5
Aclaración de confidencialidad .....	5
Introducción aclaratoria.....	5
Recolección y análisis de información .....	5
Análisis de Resultados.....	6
<b>Conclusiones</b> .....	29
<b>Bibliografía</b> .....	30

## Recolección de Datos: Observación en las Aulas

### Introducción Teórico-Metodológica

En el análisis de redes, la forma en que se recolecta la información de las relaciones es el centro de cuidado del trabajo empírico. Para esto existe especial desarrollo metodológico enfocado en este sentido, así mismo como una terminología y nomenclatura específica.

Cuando se trata de recolectar los contactos con que determinado actor interactúa se denomina “generar nombres” (nominar). Para generar estos nombres existen diferentes formas, cual forma sea empleada dependerá de las características de la red y de su naturaleza. Por ejemplo, si una red es dispersa y abierta a relaciones externas del límite de la red, es recomendable generar nombres en forma abierta (Goodreau, 2007). Este caso aporta una ventaja para redes de mediano tamaño, pero con un trabajo post-recolección muy intenso (González, 2013).

El presente estudio, pretende estudiar las interacciones dentro del aula, esta representará una red cerrada y con la ventaja, que podrá contar con los nombres de los estudiantes en ella. En este caso es recomendable censar la red educativa (Frank en Carrington et al., 2005). Por ende, se investigará una red cerrada y con un tamaño máximo de actores que oscila entre los 30-35 estudiantes, considerada una red pequeña, según experiencias previas (González, 2017). Dadas estas condiciones, los nombres se pretenden generar a través de una lista predefinida donde cada estudiante (actor) podrá seleccionar a los estudiantes con que interactúa dadas las preguntas a ser realizadas.

Reviste de importancia que el presente estudio en su comienzo pretendía analizar el cambio de la red en dos periodos de observación, uno a la mitad del periodo lectivo y uno al final. Este tipo de estudios de redes longitudinales permiten analizar cambios de la red en al menos dos periodos y explicar, por ejemplo, la influencia de las redes educativas en el desempeño a la luz de otras variables. Estudios censales en redes educativas y a la vez longitudinales son raros de encontrar debido a lo minucioso y caro de la recolección de información (Grunspan et al., 2014). Finalmente, dado problemas que existieron en el transcurso del curso lectivo, y por la movilización de educadores en contra de una nueva ley tributaria, se decidió realizar el estudio con solo un momento, un estudio transversal. Esto porque se dificultaba realizar la segunda observación en la mayoría de los centros educativos.

Las preguntas a hacerse deben de ser directas y evitar ambigüedad. Es recomendable a la hora de generar nombres que no se limite a una cuota de nombres, como ha sido probado en estudios de redes educativas (Grunspan et al., 2014; Brouwer et al., 2017), y analizado metodológicamente en detalle (Hennig et al., 2012). Una cuota de nombre se refiere a acotar o limitar la cantidad de nominaciones que el actor puede hacer de con quién interactúa.

Existe cierta limitación al dar la lista de nombres, puede ser que existan estudiantes con el mismo nombre, y que sea difícil de definir por apellidos, o que se diferencie por sobrenombre. En este caso, una opción para lidiar con este problema puede ser que, en caso de duda, el estudiante de una seña o descripción de la persona a quien se desea referir. De este modo, se

podrá solventar la duda en campo (Grunspan et al., 2014). Sin embargo, en la práctica no hubo ningún caso de confusión.

#### Metodología: Estudio piloto

Como forma de validación, es recomendable que el instrumento sea probado en un estudio piloto (Grunspan et al., 2014). Al menos en una clase no incluida en el estudio se debe probar la anuencia y forma con que los estudiantes responden. De esta forma se realizó una prueba piloto que permitió hacer correcciones y depuración de las preguntas además del orden del instrumento en sí.

#### Aclaración de confidencialidad

Para que el estudiante se enteré de en qué se usaría la información recolectada se adjunta en el instrumento una nota aclaratoria: “Es importante de saber que su respuesta es completamente confidencial. Todos los nombres serán inmediatamente re-codificados, por lo que no se sabrán los nombres de quien estudió con quien. Esta información nunca será usada en la clase ni en algún propósito del colegio. Además, ninguno de los estudiantes de la clase sabrá las respuestas que usted aquí brindará, así como usted no sabrá que respuestas dieron los demás.”

#### Introducción aclaratoria

El objetivo del estudio además se comunicó debidamente: “El interés de este estudio es conocer cómo se generan redes de estudio en la clase. Por lo que se solicita que marque con una **X** los nombres que mejor calzan con las preguntas aquí realizadas.” “En caso de que no esté seguro de algún nombre por ser parecido a otro u otra circunstancia, indíquelo en la última celda y describa a la persona o alguna seña de esta.”

#### Recolección y análisis de información

En coordinación con un equipo de investigadores de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de la Escuela de Enseñanza de la Matemática se recolectó la información de campo. La población objetivo fueron estudiantes de décimo año, el cuestionario se aplicó exclusivamente sobre aspectos de estudio en matemática. El objetivo del instrumento es de poder obtener la red de estudio de cada estudiante de 32 centros educativos, tanto públicos como privados, dando un total de 826 estudiantes encuestados. Se realizaron cuatro preguntas relacionadas a redes y otras cinco complementarias (ver anexo 1, instrumento). La aplicación del cuestionario, incluyendo la explicación, duró aproximadamente 15 minutos.

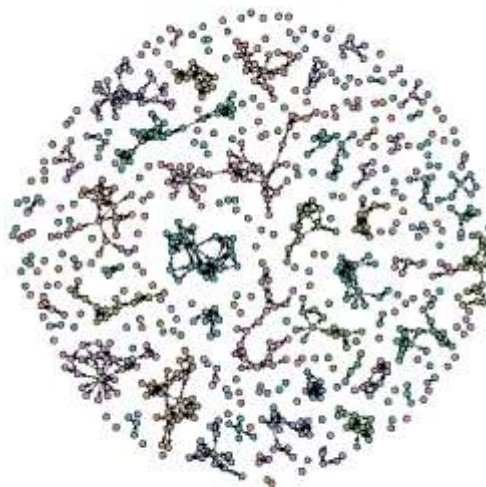
El cuestionario en esencia permite construir cuatro redes que existen paralelamente a la hora de prepararse para las pruebas y estudiar. La primera es la red de estudio de los estudiantes con sus pares de la clase, la segunda son los grupos de estudio dentro del aula, la tercera es la red de amistad de los estudiantes dentro de la clase, y la cuarta es la red ideal de estudio o con cuales de sus compañeros quisieran estudiar para las pruebas. El presente documento presenta el resultado del análisis de la primer y de la cuarta red. El objetivo es llegar a comprar la red real de estudio con la red ideal de estudio y ver implicaciones en cómo estos grupos de estudio o ausencia de estos podría influenciar el conocimiento y difusión de este para las pruebas.

### Análisis de Resultados

El primer análisis corresponde a la pregunta 1 del cuestionario aplicado a los estudiantes: ¿Con quién o quiénes de sus compañeros estudia usted para las pruebas de matemática? La figura 1 muestra la red de estudio, en esta se observan grupos muy unidos entre ellos, estos corresponden a los colegios según su color. La figura 2 muestra la red de estudio separadamente por colegio.

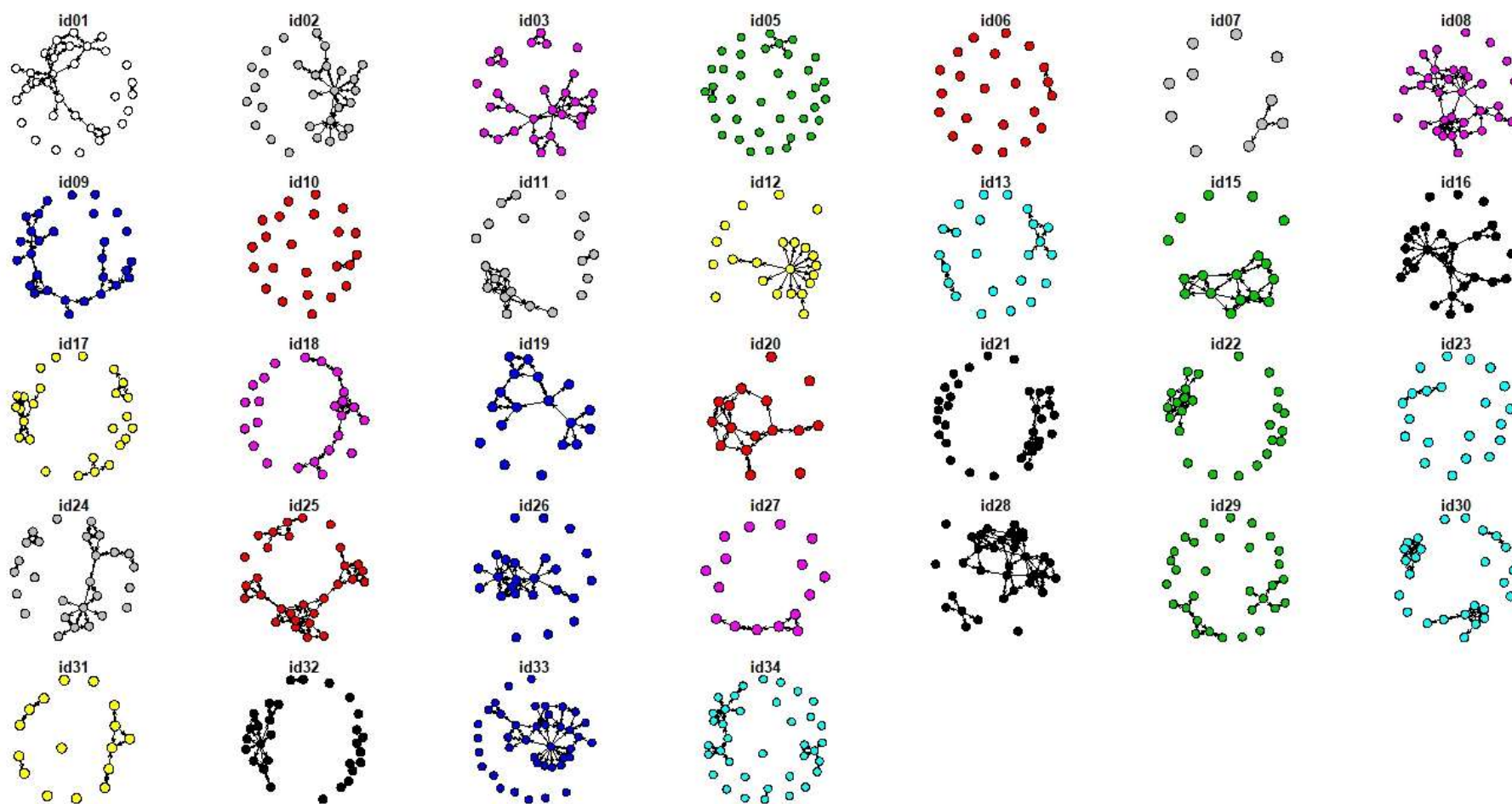
**Figura 1**

Red de estudio Real



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2  
Redes de estudios reales por colegio



Fuente: elaboración propia.

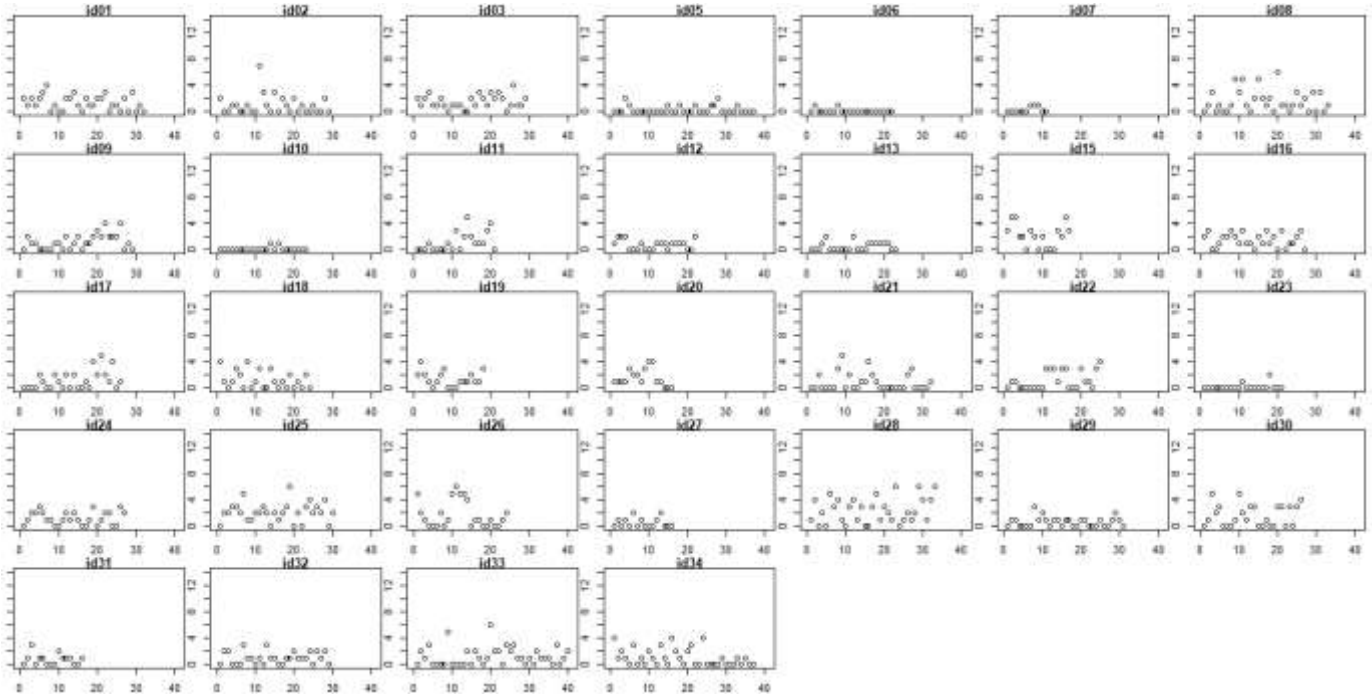
En la figura 2 se observan las diferentes estructuras de red que se crean cuando unos estudiantes buscan y son buscados por otros al estudiar. Existen diferencias observables entre los centros educativos. Colegios como el id01 que evidencia una red bien interconectada, y por otro lado la red del id07 con muy pocas relaciones y donde la mayoría de sus estudiantes estudian solos para las pruebas de matemáticas. De esta forma y de manera observable los estudiantes de diferentes centros educativos presentan diferentes dinámicas de estudio con sus compañeros que pueden determinar su rendimiento académico en las pruebas. Para evidenciar esto se procederá a realizar un análisis explicativo que de luz a responder *¿en qué manera podría la red de estudio influir en la nota?*

Una estadística propia del análisis de redes llamada *grado de centralidad* muestra la frecuencia con que un estudiante nombra o indica con quienes otros estudian y demás quienes otros lo nominan a él. Esta estadística se puede dividir en dos partes, grado de entrada que se refiere a las nominaciones que recibe un individuo y el grado de salida que se refiere a las nominaciones que ese mismo individuo hace. En este trabajo nos referiremos a estos casos como ser buscado y buscar a otros para estudiar, respectivamente.

El grafico 1 muestra la distribución de los estudiantes por colegio según por cuantos estudiantes es buscado. Como se observa, la mayoría de los centros educativos concentran estudiantes en valores bajos del eje **y**, que representa el valor de la estadística de ser buscado para estudiar. Solo pocos colegios tienen ciertos estudiantes con valores altos, o que son buscados por muchos para estudiar.



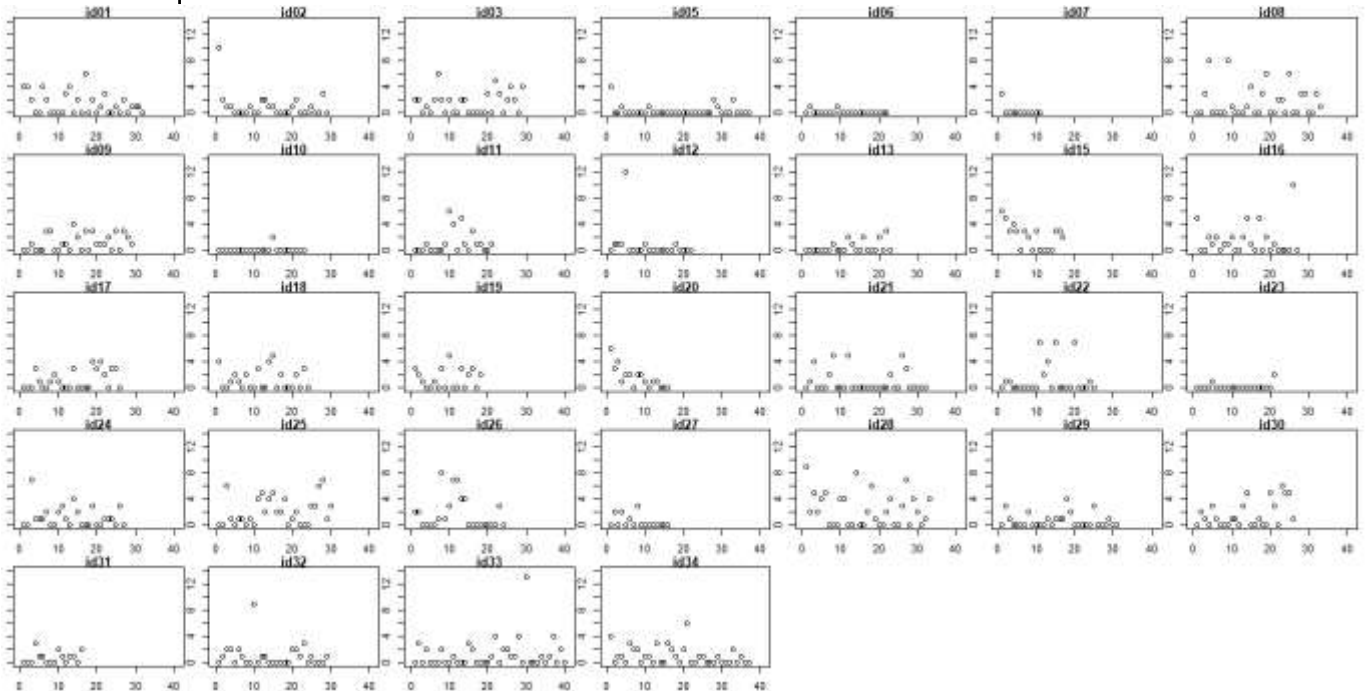
Gráfico 1  
Red real de estudio: Ser buscado



Fuente: elaboración propia.

La siguiente estadística muestra la distribución de los estudiantes que buscan a otros para estudiar, ver gráfico 2. Según los resultados de esta estadística, se observan colegios que tienen estudiantes que son más activos que otros a la hora de buscar compañeros para estudiar para las pruebas. Como ejemplo se observa el id09, id26, id28. La mayoría de los colegios tiene valores bajos, y cuatro colegios tienen valores bajos, pero uno o un par de estudiantes que sobresalen en este valor. Por ejemplo, el id32, id17, id33, id13.

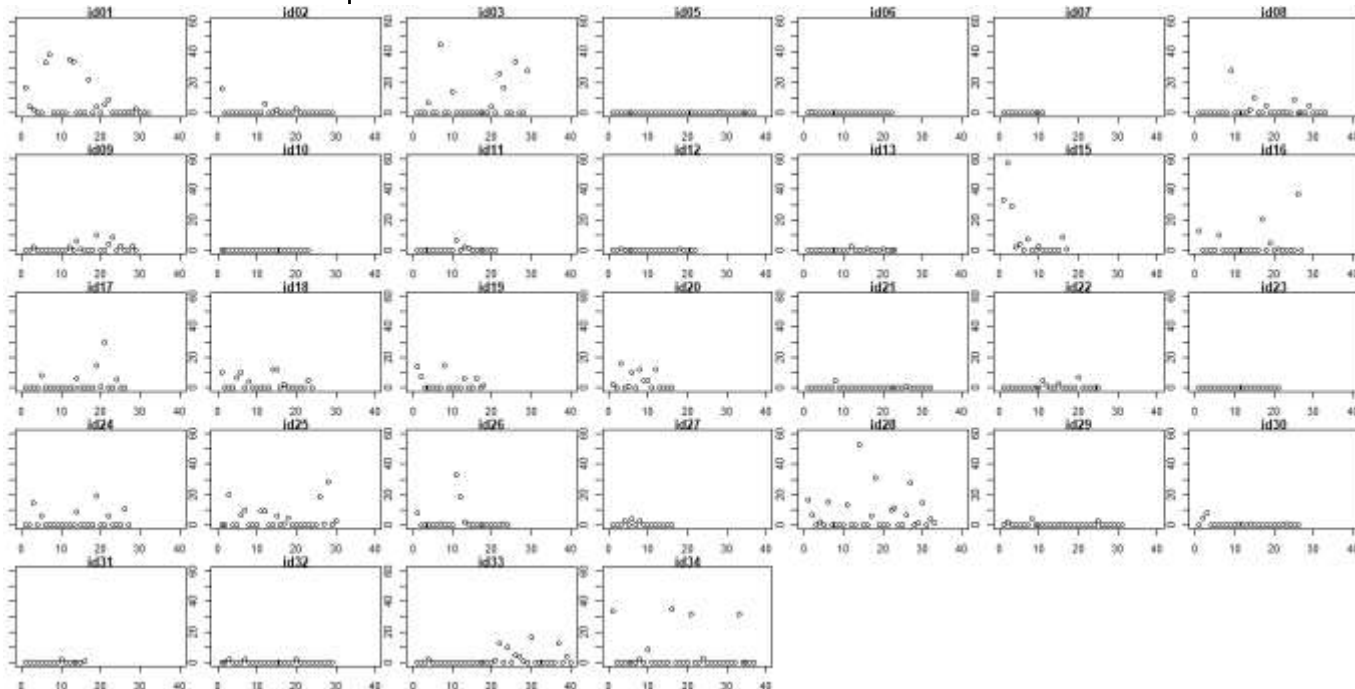
Grafico 2  
 Buscar a otros para estudiar



Fuente: elaboración propia.

De igual forma que las estadísticas anteriores la siguiente presenta la distribución de estudiantes que por su red de contactos tienen una posición de intermediario entre otros que no están conectados directamente, gráfico 3. Esta función también conocida como puente permite entender como ciertos alumnos conectan indirectamente a otros individuos o grupos a la hora de estudiar para las pruebas. En esencia sirven de puente de información y conocimiento entre grupos de individuos que no se conectan directamente entre sí para estudiar. Por lo que, si en el colegio existen varios grupos de estudio, un estudiante puente puede conectar más de estos grupos o estudiantes conforme la estadística sea más alta. En esta estadística el id09, id19, id21, id25, id28, el id33 y el id10 son los que tienen estudiantes en los valores más altos. Existen otros colegios que tienen individuos solitarios en este rol mientras que los demás tienen valores muy bajos, por ejemplo, id34, id17 y el id18. Los demás colegios tienen concentraciones en los valores cercanos a cero.

Gráfico 3  
Estudiantes intermediarios o puente

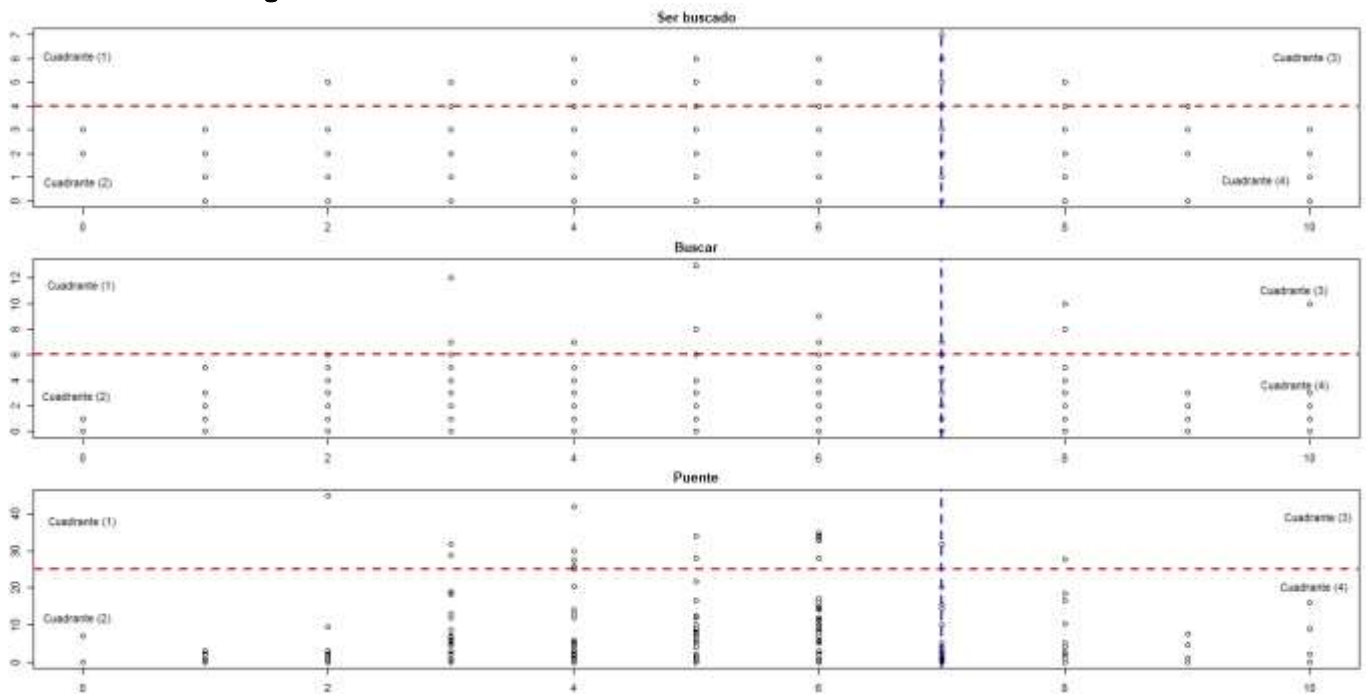


Fuente: elaboración propia.

Los valores arriba explicados son importantes para determinar que en cada clase existen pocos estudiantes que alcanzan valores altos en las mediciones anteriores, y una gran mayoría con valores bajos. Para poder llegar a entender este comportamiento es preciso ver los resultados de nuevo a la luz de las notas de los estudiantes. Por lo que el siguiente paso para poder identificar el perfil de los estudiantes según el comportamiento de las variables anteriores es ubicar donde se encuentran los estudiantes según la nota que obtuvieron en la prueba realizada.

Al analizar la primera pregunta los datos generales sin diferenciar por colegio muestran que para las tres estadísticas la mayor concentración de estudiantes entre las notas de 4 a 8. El mayor puntaje obtenido fue de 10, pero el puntaje máximo posible era de 14. Más específicamente los estudiantes más buscados para estudiar para las pruebas de matemática se concentran entre las notas de 4 a 7, ver gráfico 4. Los estudiantes que más buscan a otros para estudiar tienen una nota de entre 5 y 8. Mientras que los estudiantes puente se concentran mayor mente en notas de entre 4 a 7. Si bien las notas tienen evidentemente una tendencia a ser bajas, en general, los estudiantes con los valores más altos en las tres estadísticas analizadas se ubican en valores intermedios en la escala de notas obtenidas (0 a 10). Los valores altos de estas variables no están en los extremos, ya sea estudiantes con notas muy bajas (0 a 3), o estudiantes con notas muy altas (9 y 10).

Grafico 4  
Estadísticas de red según las notas



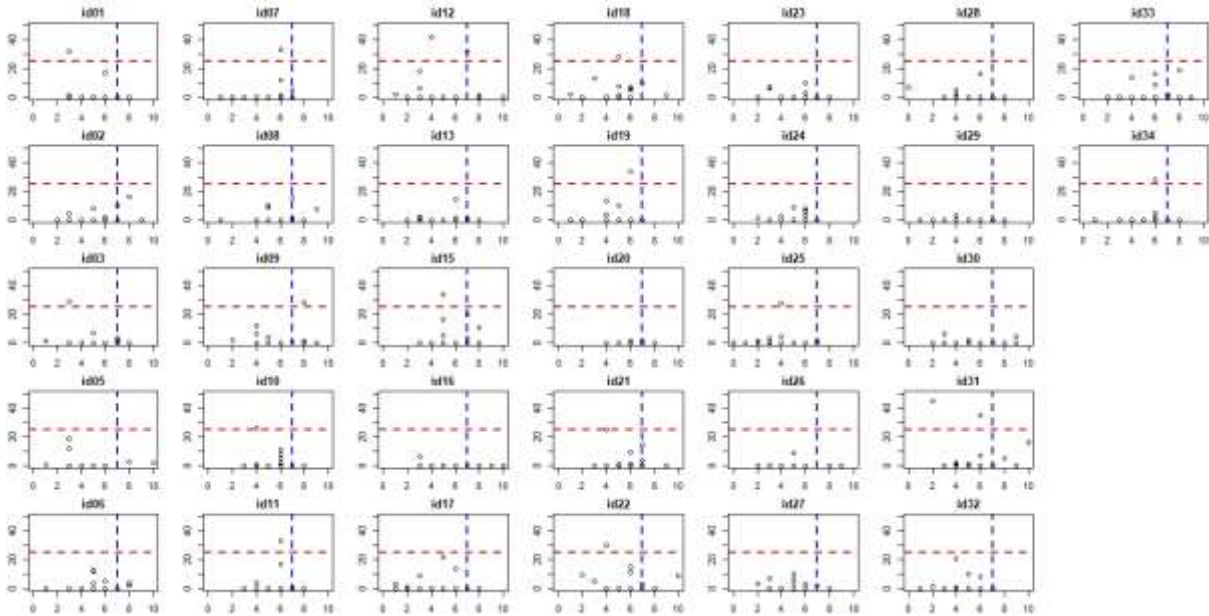
Tal y como se representó en el grafico anterior, basado en el punto medio (punto medio según el rango correspondiente) de las estadísticas y de las notas se dividió el espacio donde se puede ubicar un estudiante. El Cuadrante 1 encontraríamos a estudiantes con valores en la estadística por encima del valor intermedio, pero con notas por debajo de 7. En el Cuadrante 2 se identifican a estudiantes tanto con nota y valor de la estadística por debajo del valor intermedio posible. En Cuadrante 3 se ubican estudiantes con notas y valores de las variables por encima del valor intermedio. Por último, el Cuadrante 4 aglomera a los estudiantes que tienen notas por encima de 7, pero con valores de las estadísticas por debajo del valor intermedio del rango de la estadística.

En esencia, lo deseado es apuntar a estudiantes que tienen nota alta y que a la vez socializan sus conocimientos (valores altos de las 3 estadísticas de red), estos son los ubicados en el cuadrante 3. Son los estudiantes que buscan a otros, son buscados a otros y que conectan a otros en la red de estudio para las pruebas de matemática. Sin embargo, al visualizar los datos a nivel de colegio para el caso del puente (gráfico 5), solamente el id09 es el único (3% de 32 colegios) que tiene un estudiante claramente posicionado en el Cuadrante 3. Hay colegios que tienen estudiantes en el límite de pasar a cuadrante 1 al 3, como id31 y el id34, 21% del total de colegios. Muchos centros educativos tienen estudiantes que se posicionan en el cuadrante 2, algunos cerca de pasar al cuadrante 4, como es el caso del id33 y id31.

Un grupo de estudiantes que se encuentran cerca de la intersección de las dos líneas en el cuadrante 2 (roja y azul), representa un grupo que están cerca de pasar ya sea al cuadrante

3 o cuadrante 4, 22% de los colegios. Este grupo representa a estudiantes que tienen notas intermedias y su nivel de sociabilización a través de su relación como puente también es intermedio. Este, se convierte en un grupo que parecería accesible de ser intervenido para poder impulsarlos a pasar el cuadrante óptimo deseable, al cuadrante 3.

Gráfico 5  
Estudiantes intermediarios o puente por colegio

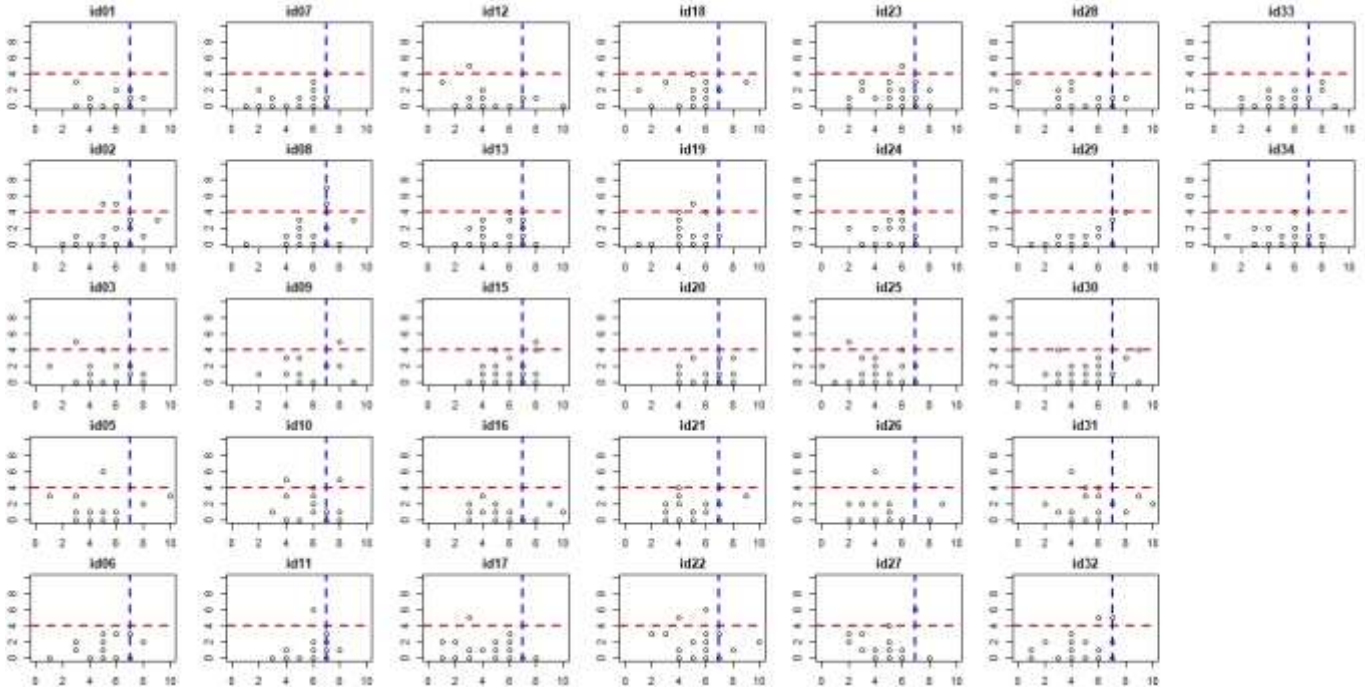


Fuente: elaboración propia.

De forma similar, los estudiantes que son buscados para estudiar se pueden ubicar en los 4 cuadrantes explicados, ver gráfico 6. Son solo 4 colegios (12,5% de los 32 colegios) que tienen estudiantes con un rol central ser buscados para estudiar con otros y a la vez tener una nota por encima de la mediana, id09, id15, id10 y el id32. Dos centros educativos cuentan con estudiantes en la línea de pasar el cuadrante 3, id30 y el id08.

En la mayoría de los colegios hay una concentración de estudiantes en el cuadrante 2 cerca de la línea azul, entre las notas 4 y 7. Son pocos los centros educativos que tienen estudiantes en el cuadrante 1 y que se acercan a pasar al cuadrante 3, tal es el caso de 10 colegios (31% de los colegios) como el id23, id02, id05, id10. Estos estudiantes en el cuadrante 1 que tienen notas intermedias garantizan el intercambio de conocimientos al buscar a otros para estudiar. Potencializar mejores notas de estos estudiantes garantiza no solo que pasen al cuadrante 3, sino que existe una alta probabilidad que intercambien su conocimiento con otros estudiantes.

Gráfico 6  
Estudiantes que son buscados para estudiar por colegio

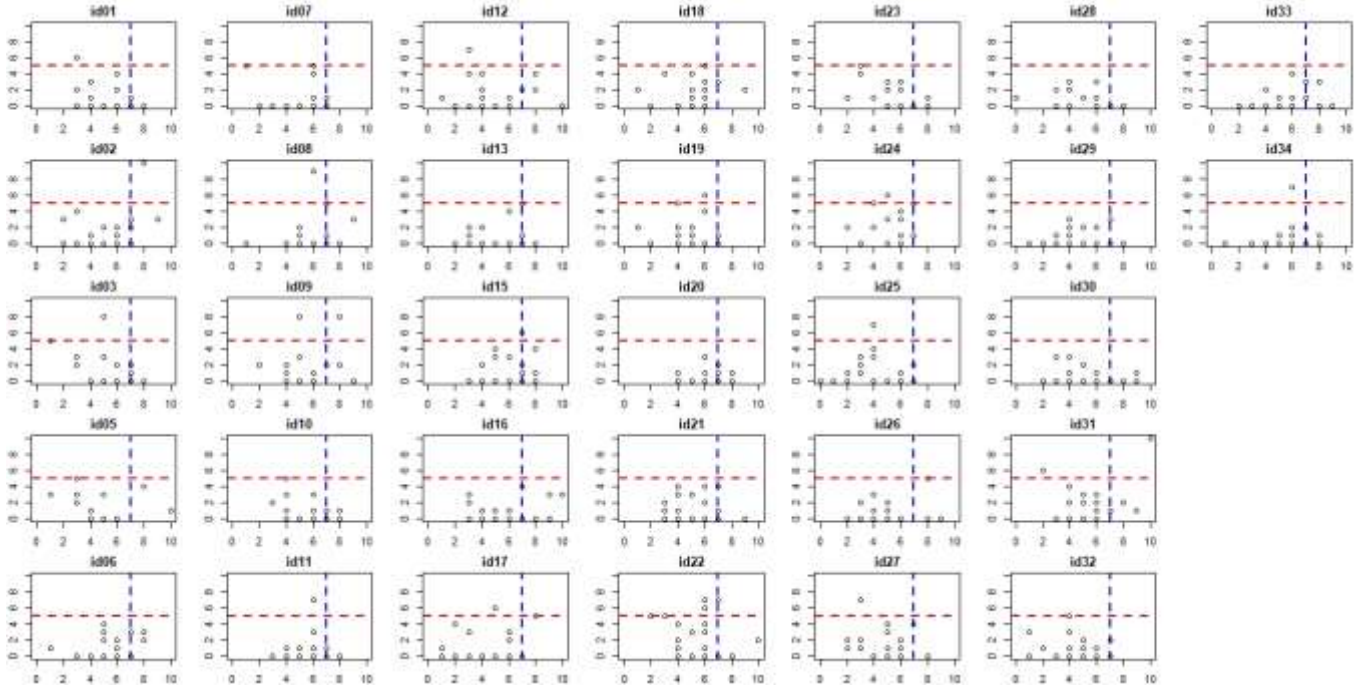


Fuente: elaboración propia.

En el caso de los estudiantes que buscan a otros, esto implica una búsqueda activa de compañeros de clase para estudiar. En el cuadrante 3 se encontrarían el estudiante ideal que busca a otros y que ayudado por este intercambio de información obtiene una buena nota. Solo 4 (12,5%) colegios de los 32 en estudio tienen al menos un estudiante en el cuadrante 3, el id02, id09, id31 y el id22. Similar las otras estadísticas, la mayoría de los estudiantes se concentran cerca de las notas entre 4 y 7, con valores por debajo de la línea roja que señala la mediana del ser buscado. El cuadrante uno mostraría estudiantes que estén por encima de este valor central, y se desearía que se acerque a la línea azul, que son estudiantes cerca de obtener una nota intermedia a alta. Solo 9 (21%) colegios de 32 tienen al menos un estudiante en el cuadrante uno en la posición descrita como es el caso del id08, id19, id22, id11 y id09.

En resumen, aunque la mayoría de los estudiantes en la mayoría de los centros educativos tienen notas entre 4 y 7 (medio baja), son pocos los colegios, cerca del 25% (un cuarto) de los centros educativos ubican estudiantes en el cuadrante 3 y el 1 cercano al límite del 3. Los demás ya sea que tengan notas medias o altas no las sociabilizan mediante buscar a otros para estudiar para las pruebas. Esto es un indicador de en qué medida se comparte el conocimiento antes de las pruebas académicas de matemática en décimo año.

Gráfico 6  
Estudiantes que buscan a otros para estudiar por colegio

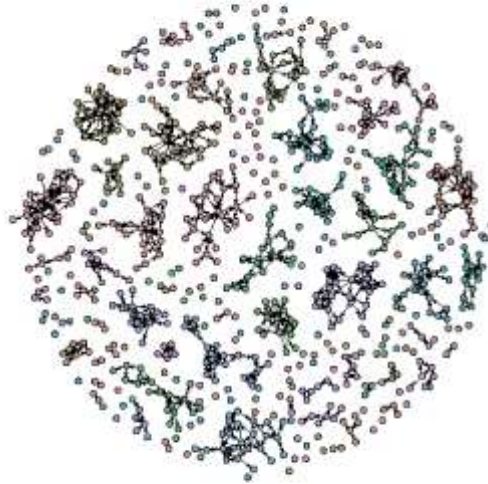


Fuente: elaboración propia.

Resumiendo, en las 3 estadísticas entre 25-30% de los centros educativos tienen al menos un estudiante en el cuadrante 3 o en el cuadrante 1 cerca del límite de pasar al cuadrante 3. Estas serían las posiciones ideales, donde hay pocos estudiantes por colegio. La mayoría de los colegios (del 75% al 70%) de los centros educativos tienen estudiantes que no llegan a estas posiciones, ya sea que tienen notas muy altas y no socializan su conocimiento, o que sociabilizan, pero en forma baja y teniendo notas de medias a bajas.

Seguido se analiza la pregunta del cuestionario: ¿Con quién le gustaría estudiar a usted apara las pruebas de matemáticas idealmente? La figura 3 representa la red que se genera de esta consulta. Similar a la figura 1, en esta se pueden observar grupos cohesivos de estudiantes que estudiarían idealmente entre sí. La figura 4 muestra esta red para cada colegio. Similar a la pregunta anterior, hay centros educativos con redes más complejas como la del id09, y otras menos densas y con pocas relaciones como la del id11. Existen por ende grandes diferencias entre colegios.

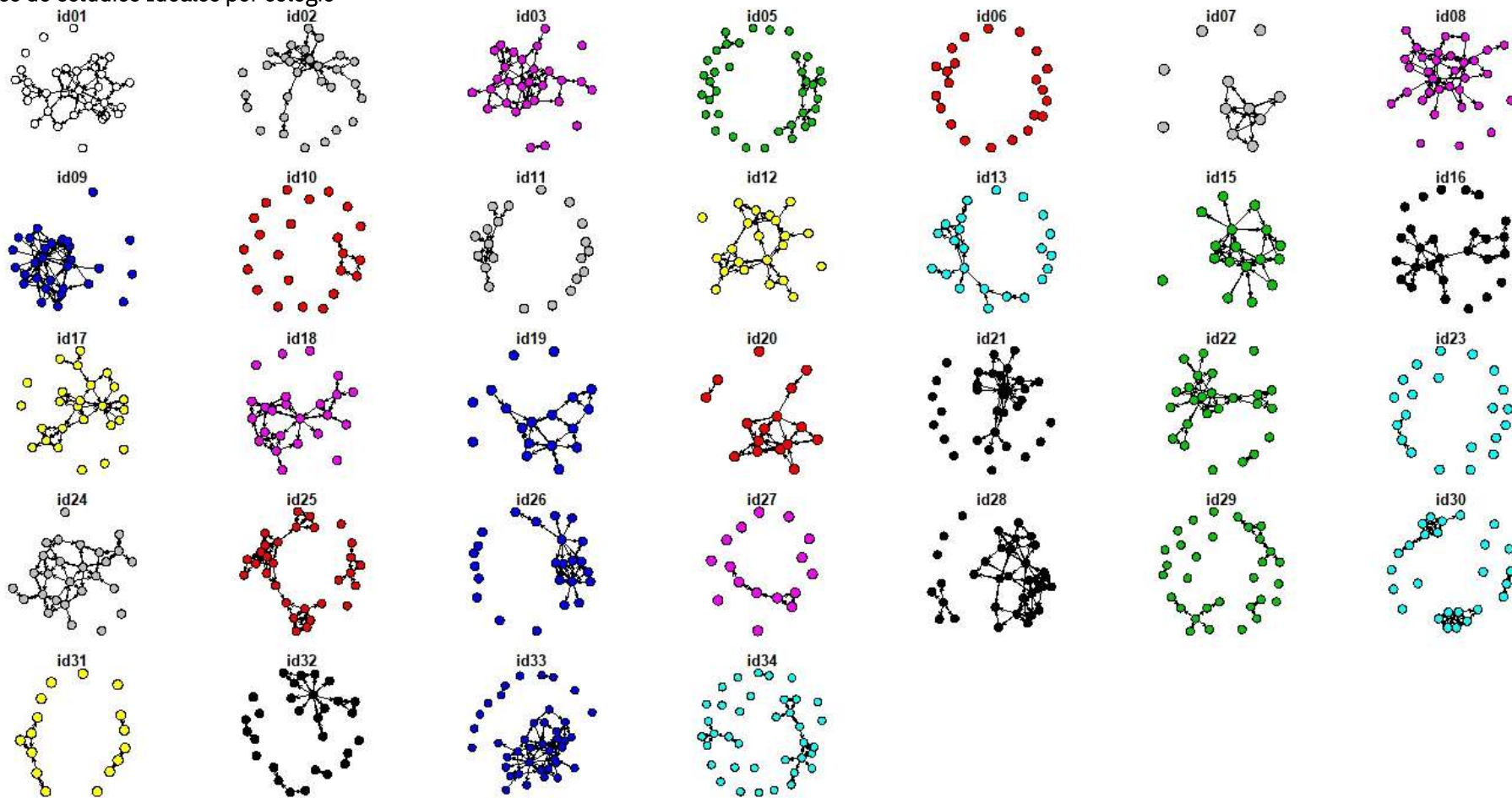
Figura 3  
Red de estudio Ideal



Fuente: elaboración propia.



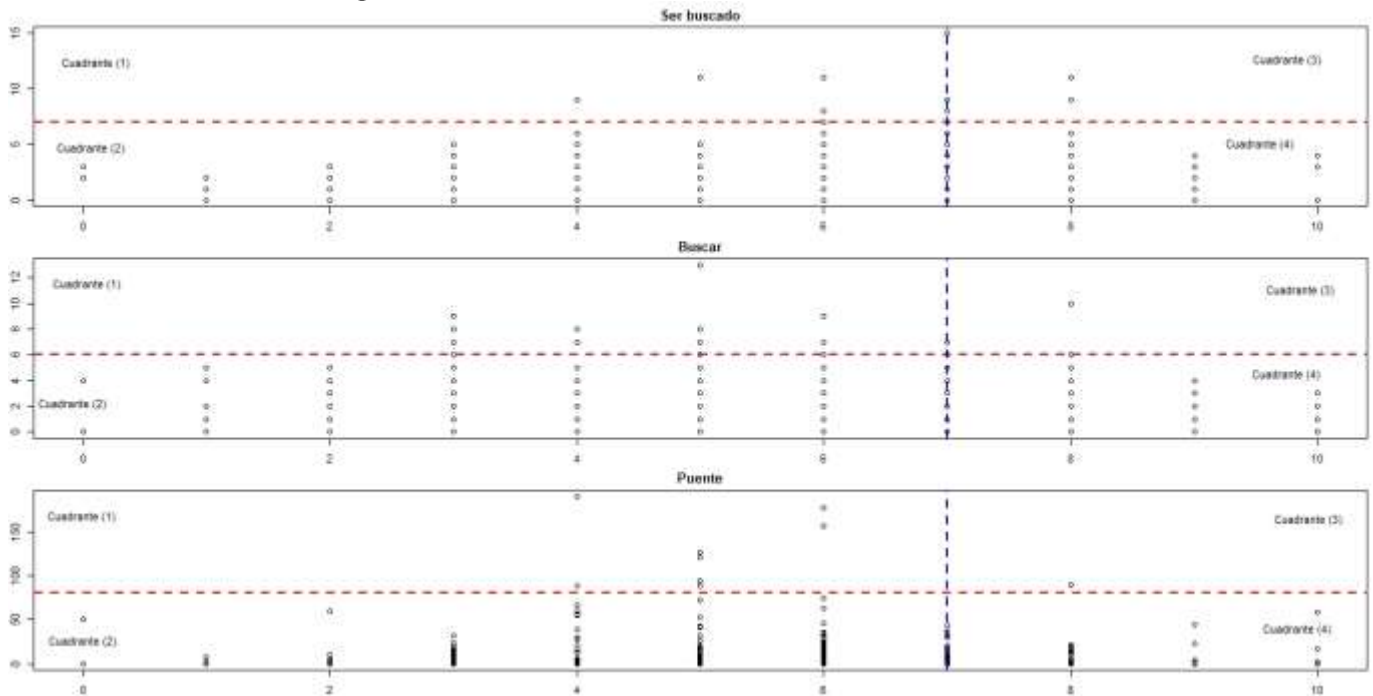
Figura 4  
Redes de estudios Ideales por colegio



Fuente: elaboración propia.

Para poder desagregar estas diferencias se plantean las estadísticas a la luz de las notas de sus estudiantes. El gráfico 7 muestra

Grafico 7  
Estadísticas de la red ideal según las notas



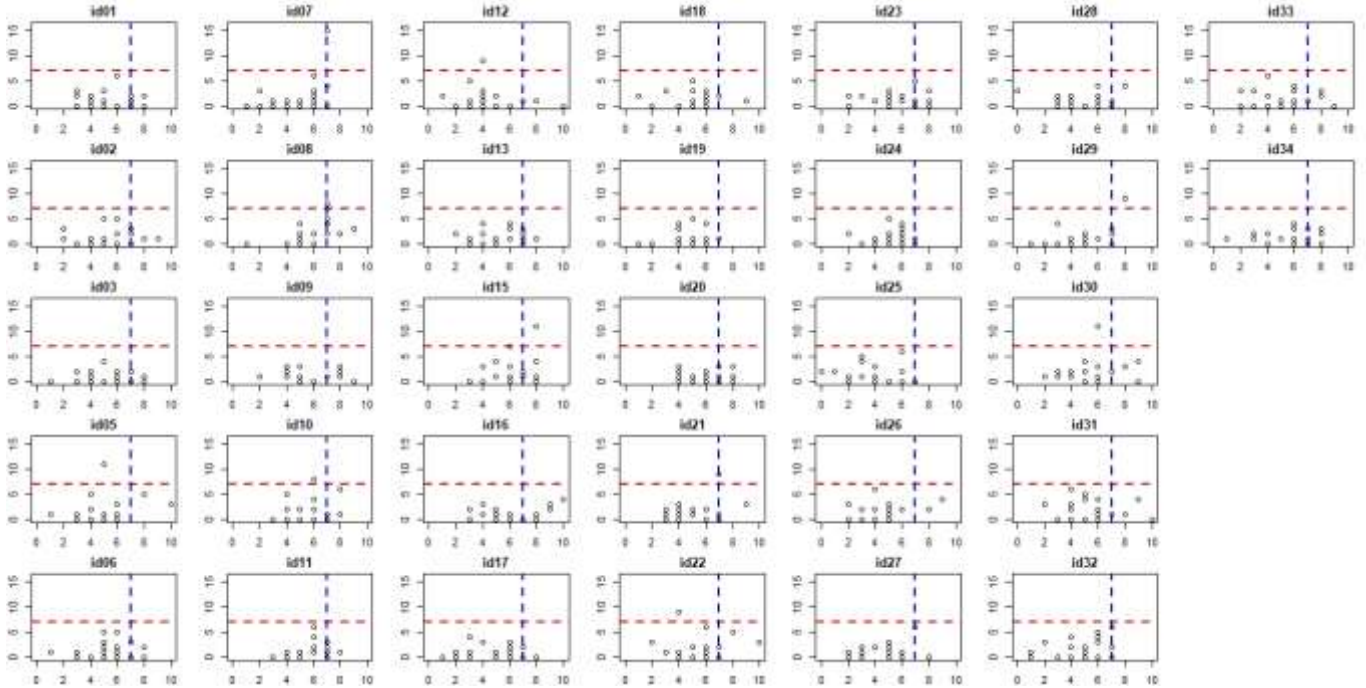
Fuente: elaboración propia.

De forma similar a la pregunta 1, de con quien estudian los estudiantes para las pruebas, se determinó que para el caso ideal de con quien les gustaría a los alumnos estudiar, los estudiantes con estadísticas de red más altas se encuentran en las notas intermedias a bajas. Los estudiantes idealmente buscan y son buscados a quienes no se encuentran en notas extremas, ni notas muy bajas (0 a 3), ni notas muy altas (más de 8). En el caso de ser buscado los estudiantes idealmente más buscados tienen notas de entre 4 a 8. Y solo dos estudiantes tienen en el cuadrante 3 que sería el ideal, que agrupa estudiantes con una nota alta y un nivel de sociabilidad alto, ver gráfico 7.

Para el caso de estudiantes que buscan a sus ideales para estudiar, los valores altos de la estadística van desde nota 3 a la nota 8. En este caso solo un estudiante se encuentra en el cuadrante 3, que es el ideal. Para los estudiantes puente, o que unen diferentes grupos de estudio en la red, los valores más altos se encuentran entre las notas 4 a 6. Solo un estudiante se encuentra en el cuadrante 3.

Siguiendo el gráfico 8, si desagregamos cada colegio según los cuadrantes, para el caso de ser buscado, solo el id15 tiene a un estudiante en el cuadrante ideal (3), solo un 3%. Algunos centros (4, id07, id08, id10, id21) poseen estudiantes en el cuadrante 1 cerca de pasar al cuadrante 3, solo un 12% de los colegios.

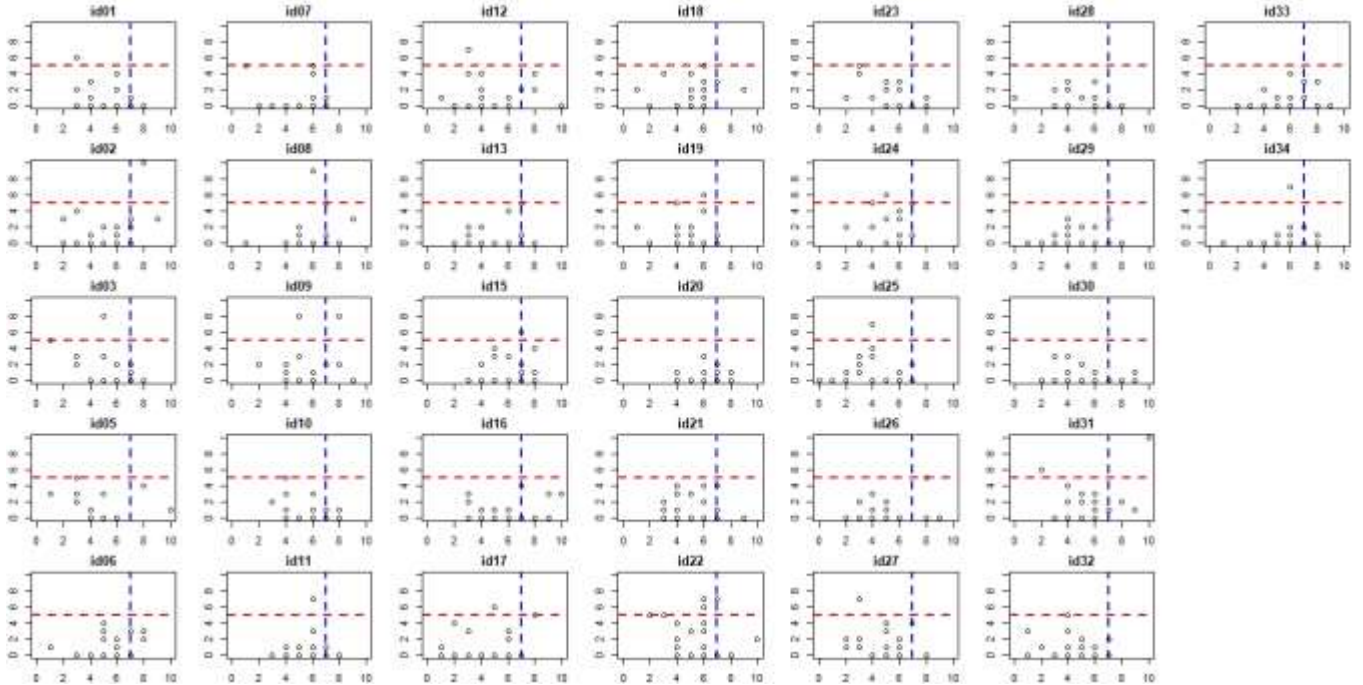
Gráfica 8  
Estudiantes que son buscados para estudiar por colegio en la red Ideal



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al gráfico 9, solo el id02 (3% de los colegios) tiene a un estudiante que busca mucho a otros para estudiar y que tiene nota alta (8), cuadrante 3. Los colegios con al menos un estudiante en el cuadrante 1 cerca de pasar al cuadrante 3, son 6 (id24, id34, id09, id05, id11), esto corresponde al 18% de todos los colegios.

Gráfico 9  
Estudiantes que buscan a otros para estudiar por colegio en la red ideal

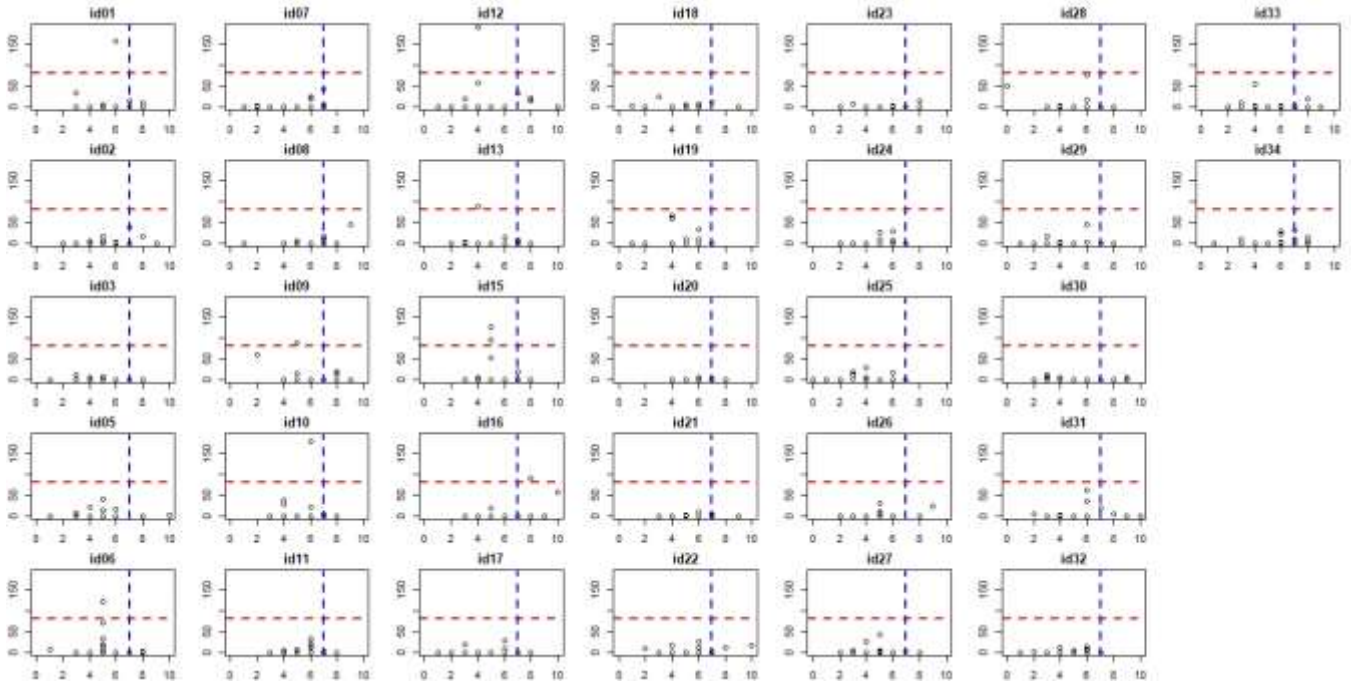


Fuente: elaboración propia.

El gráfico 10, solamente un estudiante en el Colegio Sony (3%) es un puente y que a la vez tiene nota alta, cuadrante 3. Otros 5 colegios (id01, id15, id10, id06), un 15% de los colegios tienen al menos un estudiante en el cuadrante 1 y cerca del límite al cuadrante 3.

La mayoría de los centros acumulan estudiantes con valores bajos de entrelazar grupos de estudio cuando crean su red ideal de estudio.

Gráfico 10  
Estudiantes intermediarios o puente por colegio en la red ideal de estudio



Fuente: elaboración propia.

Para poder ir más allá en el análisis es necesario comparar ambas redes, la real y la ideal de estudio. Solo de esta forma se podrá determinar si los estudiantes creen que estudiando con otros compañeros o no podrían obtener mejores notas. Esto solo será visible si lo relacionamos con las notas de dicho comportamiento de red.

La figura 5, muestra ambas redes de estudio, la red ideal es más densa que la red real de estudio

Figura 5  
Comparando redes de estudio



Fuente: elaboración propia.

Para comprobar las diferencias ligeramente visibles el cuadro 1 presenta una serie indicadores de estadística de red que nos pueden diferenciar las propiedades de ambas redes.

Cuadro 1  
Comparación de indicadores de red

Estadística	Red Real	Red Ideal
Actores	826	826
Relaciones	1262	1359
Promedio de buscar a otros	1,14	1,35
Promedio de ser buscado por otros	1,14	1,35
Promedio puente	2,20	5,01
Relaciones mutuas	209	161
Estudiantes solos	288	221
Densidad de red	0,0018	0,0020

Fuente: elaboración propia.

De esta forma, algunas estadísticas de red nos pueden dimensionar que tan diferente es la red real de estudio de la red ideal. En promedio un estudiante busca a más estudiantes y es buscado por más estudiantes en la red ideal que en la real (1,35). Adicionalmente, en promedio un estudiante tiene hasta el doble de capacidad de generar puentes entre otros estudiantes en la red ideal (2,20 de la red real contra 5,01 de la red ideal). Hay 67 estudiantes menos que estudian solos en la red ideal. Por lo que la densidad de la red o relaciones generadas según su máximo potencial de relaciones es mayor en la red ideal que en la real. La única variable que en la red ideal es menor que en la red real es la cantidad de relaciones mutuas, (209 contra 221), esto indica que existe menos reciprocidad en la red ideal. Lo que implica que las relaciones idealmente al estudiar no van a darse con la misma relación que escoge a un estudiante para estudiar. Esto supone que en la red real muchas relaciones de estudio se dan por camaradería y amistad, lo que no se refleja tanto en la red ideal de estudio.

La red real de estudio genera un total de 1262 relaciones agregando todos los colegios, mientras que la red ideal de estudio genera 1359 relaciones, casi mil relaciones de estudio más. Comparativamente, en todos los casos los estudiantes idealmente prefieren estudiar con compañeros que tienen notas más intermedias pero que socialmente tienen más interacción con otros al estudiar (ser buscado, buscar y ser puente entre grupos de estudio). Por lo que los valores en el cuadrante 3 entre ideal y real son siempre menores en el ideal, y el valor en la red ideal entre el cuadrante 1 (cerca de límite de cuadrante 3) es siempre un porcentaje mayor de colegios con estudiantes en el cuadrante 3 en la misma red ideal, ver cuadro 2. Se puede hablar que la red ideal es una red más dinámica entre estudiantes cercanos a estar en el cuadrante óptimo ya que los valores de los indicadores de red *buscar a otros* y de *puente* son mayores en el ideal que en la red real de estudio.

## Cuadro 2

### Comparación de cuadrantes clave por tipo de red

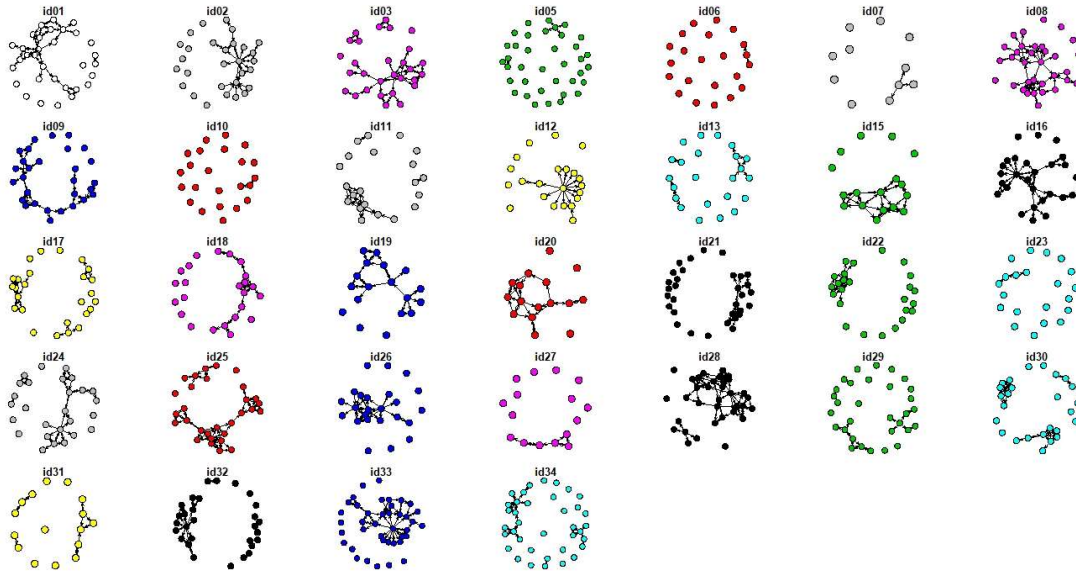
Pregunta	Al menos un estudiante en Cuadrante 1 cercano al límite con Cuadrante 3	Al menos un estudiante en Cuadrante 3
Con quien estudia (real): Ser Buscado	12%	31%
Con quien le gustaría estudiar (ideal): Ser Buscado	12%	3%
Con quien estudia (real): Buscar	12.5%	25%
Con quien le gustaría estudiar (ideal): Buscar	18%	3%
Con quien estudia (real): Puente	3%	21%
Con quien le gustaría estudiar (ideal): Puente	15%	3%

Fuente: elaboración propia.

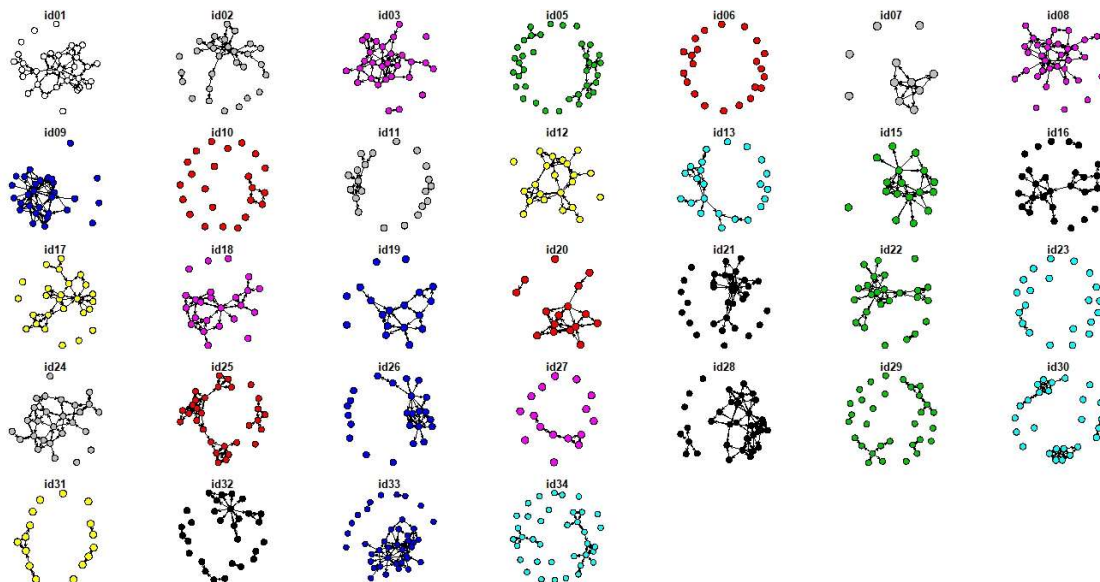
Para poder comprender mejor la dinámica, es necesario ver las interacciones de las dos redes comparativamente por colegio. La figura 6 presenta la red real y la red ideal

Figura 6  
Comparando redes de estudio real e ideal por colegio

Red Real



Red Ideal

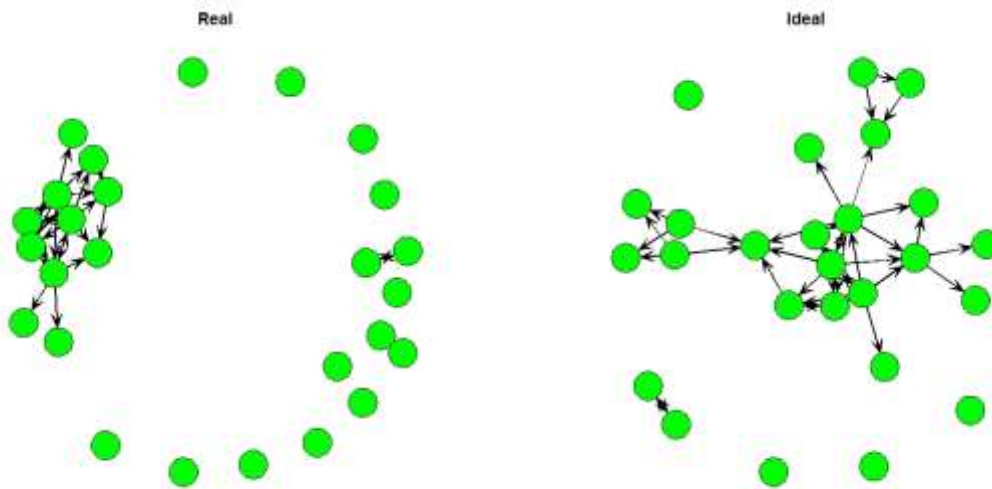


Fuente: elaboración propia.



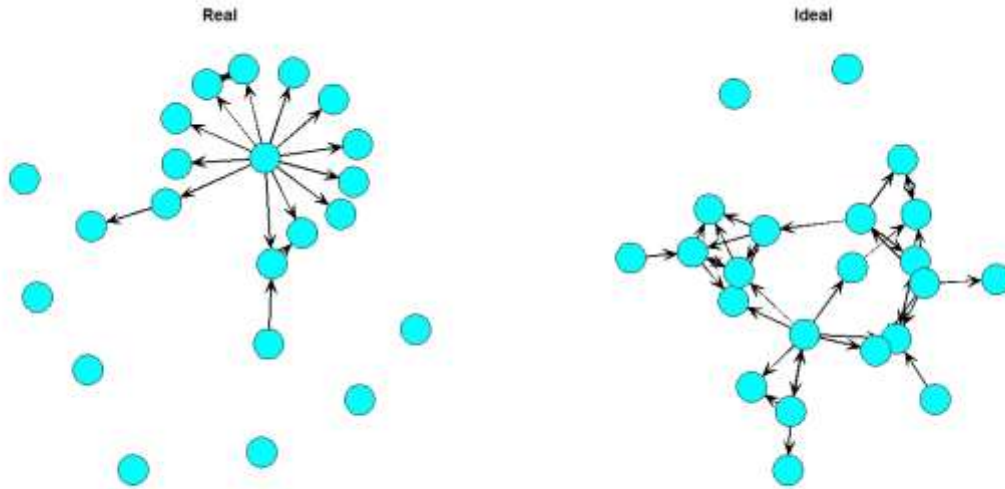
Adicionalmente, el efecto descrito en el cuadro 2 no es el mismo en todos los colegios. Por ejemplo, centros como el id05 y el id10, tienen una mayor dinámica de red, más cohesiva, con más puentes y con menos estudiantes aislados en la red ideal que en la red real. En id05, en la red real hay 14 estudiantes que estudian solo, mientras que en la ideal solo 4 estudiantes estudiarían solos. Otro caso es el id13, donde la red real es muy centralizada en pocos estudiantes que buscan a otros y 7 aislados. En este caso, la red ideal es mucho más articulada y con solo 2 estudiantes que estudian solos. Por otro lado, centros educativos como el id23 y el id34 no presentan cambios reales entre la red real y la red ideal de estudio. Los que estudian solos prefieren seguirlo haciendo. Las figuras de la 7 a la 10 ejemplifican dichos comportamientos.

Figura 7  
Red de id05



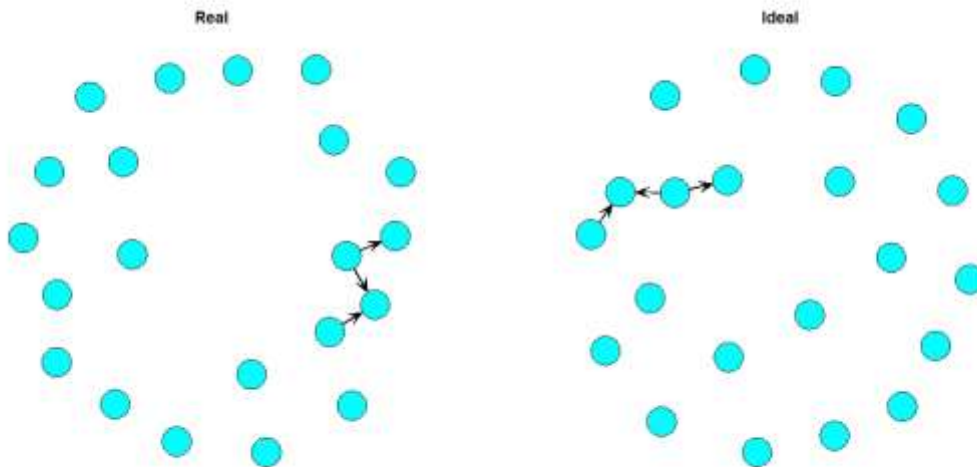
Fuente: elaboración propia.

Figura 8  
Red de Estudio de id13



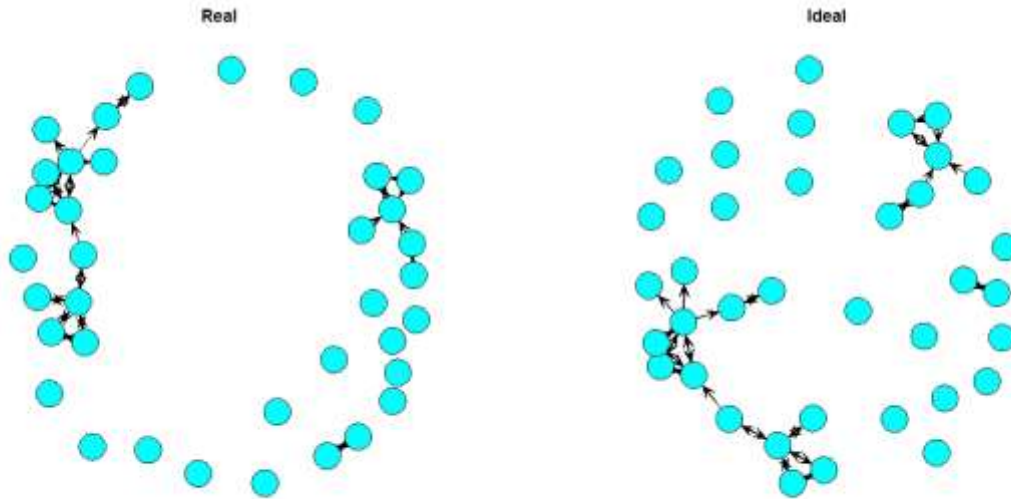
Fuente: elaboración propia.

Figura 9  
Red de Estudio de id23



Fuente: elaboración propia.

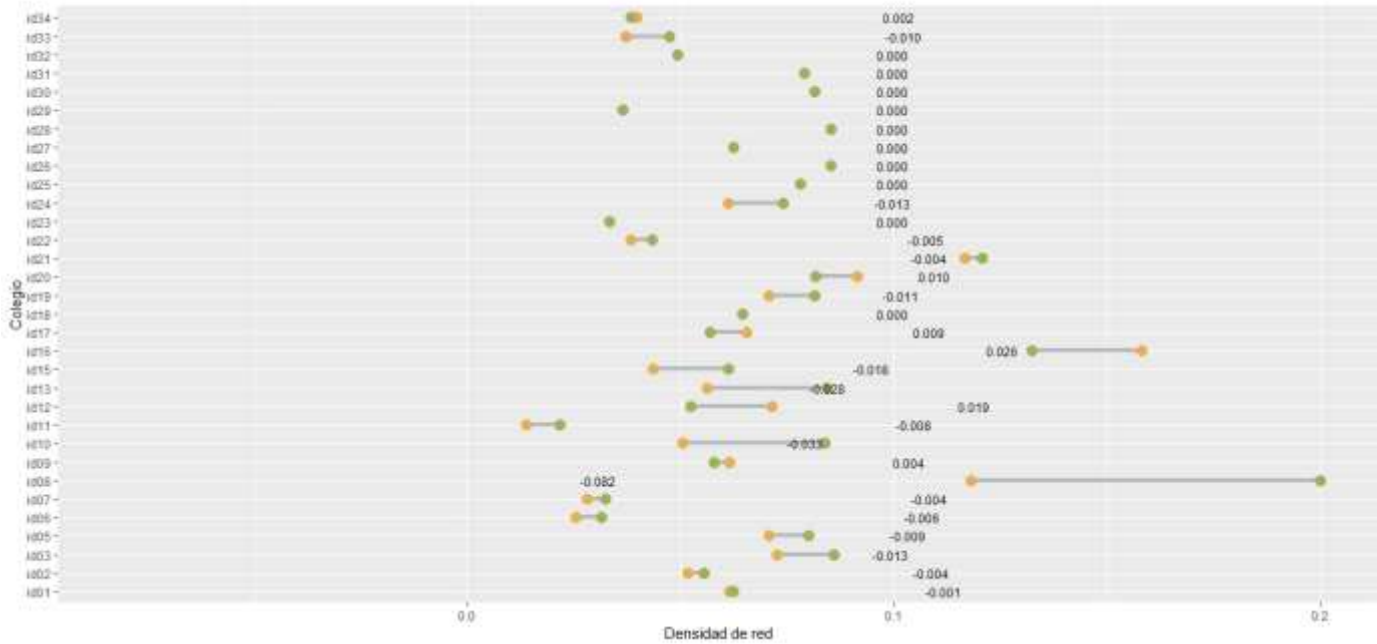
Figura 10  
Red de Estudio de id34



Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, para determinar efectivamente las diferencias en términos numéricos la densidad de cada red nos indica las relaciones existentes basadas en el potencial por haber. De esta forma valores más altos indican más relaciones generadas. Si le restamos el valor de la densidad de la red real al valor de la densidad de la red ideal ( $Real - Ideal$ ) obtenemos un indicador de que colegios tendrían cambios a favor de una red ideal más densa o no. Si el valor es negativo, indica que la densidad de la red ideal es mayor que la densidad de la red real de estudio. Así el gráfico 11 compara esta diferencia para cada centro educativo.

Gráfico 11  
Comparando diferencias en la densidad de red por colegio



Fuente: elaboración propia.

Como lo muestra el gráfico 11, 16 de los 32 colegios tienen una densidad de red de estudio mayor en la ideal que en la real. Otros seis centros educativos tuvieron una mayor densidad de red en la real que en la ideal, y 10 colegios no cambiaron su densidad de red. Por lo que se puede decir que existen tres tipos de redes en los centros de estudio. Una corresponde a centros de estudio donde sus redes de estudio ideales son más densas que las reales, más del 50% de los centros se ubica aquí. Casos muy evidentes donde las diferencias son más grandes son el id08, id10 y el id13.

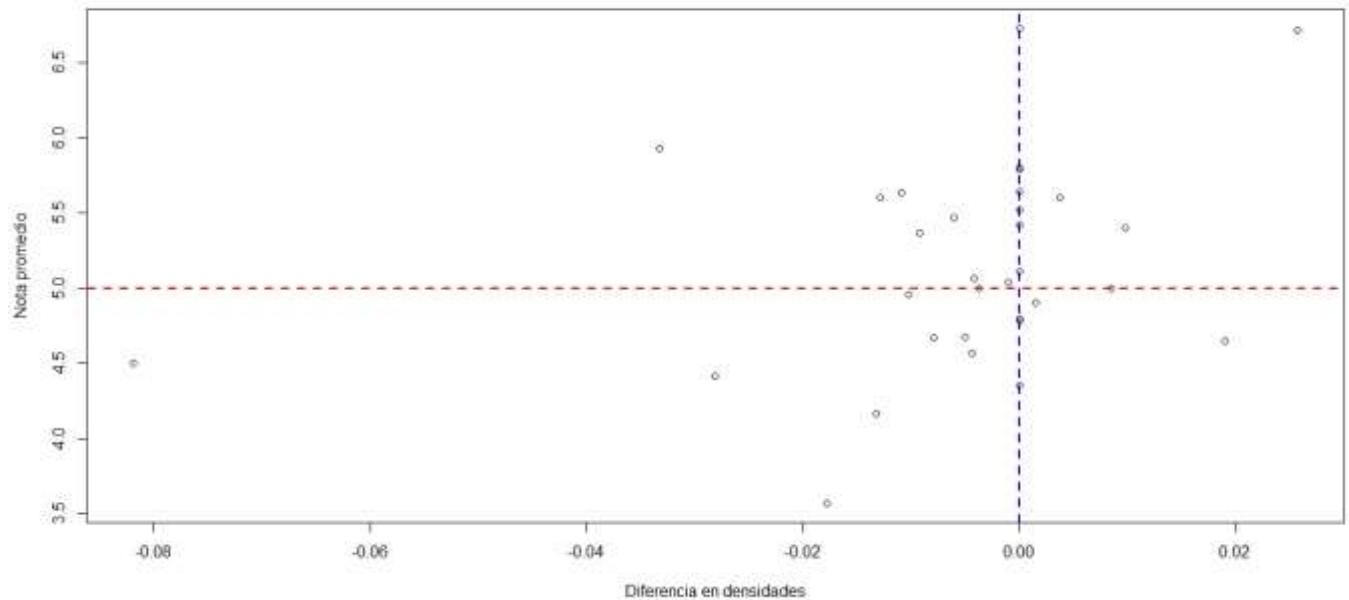
Por otro lado, están los colegios que tienen una red real de estudio más densa que la ideal. Las diferencias en este caso no son grandes, y no sobresale ninguna institución. Ejemplos son el id12 y el id20. En el tercer caso están los centros educativos que no variaron la densidad entre las dos redes de estudio, 10 centros en total. En este caso se deduce que los estudiantes están de acuerdo de una forma u otra con sus compañeros de estudio, dado que no reflejaron ningún cambio, la estructura en general se mantuvo. Ejemplos de estos centros son id31 y id26.

Para responder la pregunta de si los centros educativos que tienen una red ideal más densa son los que tienen notas más bajas, el gráfico 12 muestra que en los extremos los colegios con notas más bajas tienen redes ideales más densas que las redes reales. De esta forma lo demuestra la diferencia de densidades negativas, en esencia los estudiantes de colegios con notas promedio más bajas preferirán una red más densa y dinámica que le permita estudiar con compañeros con quien ellos perciben que tendrían mejor rendimiento

académico. Por el otro lado, los colegios con que no cambiarían la red real de estudio (diferencia de densidad = 0) y que cuya diferencia de densidad es positiva (densidad real mayor que la densidad ideal) son los que tienen notas promedio más altas. En esencia, los estudiantes al tener rendimiento más alto tendrían menos incentivo de crear nuevas relaciones de estudio, esto llevaría a mantener y no aumentar la densidad de su red, existe cierta conformidad.

### Gráfico 12

Diferencia de densidades de la red Real y la red Ideal según la nota promedio de los Colegios



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Se pudo demostrar que los estudiantes con notas muy bajas y con notas más altas socializan menos al estudiar para las pruebas ya que poseen estadísticas de redes bajas. Son los estudiantes con notas intermedias que generan un tejido de relaciones de estudio, estos a su vez son minoría. Este tejido puede ser aprovechado con estudiantes clave ya sea puentes o muy buscados para que el conocimiento se socialice en forma más uniforme y acelerada en la red. Esto aplica para todos los centros educativos en la red real de estudio. Este patrón de comportamiento se repite en la red ideal de estudio. Sin embargo, al comparar ambas redes se encuentran diferencias. La red ideal de estudio es más densa y con una mayor dinámica relacional de estudio. En la red real se dan relaciones recíprocas en una mayor proporción que en la red ideal. Lo que indica que los estudiantes buscan a otros para estudiar que no necesariamente los buscarían a ellos. Son relaciones que no se

dan en la red ideal, y que presume menos razones de amistad al crearse la relación de estudio en la red ideal.

La diferencia de densidades de red demuestra que este patrón de tener una red real de estudio radicalmente diferente a la ideal se da en los colegios con una nota promedio más baja, y se produce menos en los colegios con las notas más altas. Por lo que los estudiantes de colegios de promedios más bajos apuestan a una red ideal de estudio diferente de su red real de estudio, más densa y menos recíproca.

Las diferencias de redes muestran diferencias en los estudiantes dentro de cada centro y de su rol en sociabilizar conocimiento, como se mencionó la más alta socialización se da en estudiantes con notas intermedias. De igual forma se estimaron diferencias en los centros educativos según tendencias a agrupar estudiantes en los diferentes cuadrantes. La red ideal es más densa y dinámica que la red real de estudio en centros con nota promedio más baja. Lo que confirma que los estudiantes apostarían a cambiar de compañeros de estudio para acceder de alguna forma a un mejor rendimiento académico.

## Bibliografía

- Brouwer, J., Flache, A., Jansen, E., Hofman, A. y Steglich, C. (2017) Emergent achievement segregation in freshmen learning community networks. *Higher Education*. Springer Verlag.
- Carrington, P., Scott, J. y Wasserman, S. (2005) *Models and Methods in Social Network Analysis*. Cambridge University Press. New York.
- Hennig, M., Brandes, U., Pfeffer, J. y Mergel, I. (2012) *Studying Social Networks: A Guide to Empirical Research*. Campus Verlag. Frankfurt.
- González, V. (2013) *Social Network Patterns of Sharing Information on Land Use and Agricultural Innovations in Ethnically Heterogeneous Communities in Ecuador*. Tesis doctoral. Georg-August-Universität Göttingen. <http://ediss.uni-goettingen.de/handle/11858/00-1735-0000-0022-5E49-D>
- González, V. (2017) *Interacciones Sociales Dentro del Aula: Una red educativa*. Ponencia elaborada para el Sexto Informe Estado de la Educación. San José, Costa Rica.
- Goodreau, S. (2007) Advances in exponential random graph ( $p^*$ ) models applied to a large social network. *Social Networks* 29: pp:231-248.
- Grunspan, D., Wiggins, B. y Goodreau, S. (2014) Understanding Classrooms through Social Network Analysis: A Primer for Social Network Analysis in Education Research. *CBE-Life Sciences Education* 13: 167-178.

## Anexo 1

### - Redes de Estudio

#### Introducción

El interés de esta investigación es conocer cómo se generan redes de estudio en la clase de **matemáticas**. Adjunto encontrará una lista de nombres de estudiantes de su clase. Se solicita que marque con una **X** los nombres y opciones que mejor corresponden con las preguntas aquí realizadas. Sus respuestas son confidenciales. La información recopilada no será divulgada ni compartida con personas o instituciones externas a esta investigación. Ninguno de sus compañeros conocerá sus respuestas, así como usted no sabrá que respuestas dieron los demás.

**Muchas gracias por su colaboración**

**Marque su nombre con una X**

Cod	Nombre	Cod	Nombre	Cod	Nombre
e1		e14		e28	
e2		e15		e29	
e3		e16		e30	
e4		e17		e31	
e5		e18		e32	
e6		e19		e33	
e7		e20		e34	
e8		e22		e35	
e9		e23		e36	
e10		e24		e37	
e11		e25		e38	
e12		e26		e39	
e13		e27		e40	

#### Cuestionario

Cuestionario					
Estudiantes		¿Con cuáles de sus compañeros de clase estudia usted para las pruebas o exámenes de matemática?	Cuándo se realizan trabajos grupales en clase ¿con cuáles de sus compañeros trabaja usted más frecuentemente?	De sus compañeros de clase ¿A quién(es) considera usted su(s) amigo(s) más cercano(s)?	¿Con cuáles de sus compañeros desearía usted estudiar para las pruebas o exámenes de matemática?
Cd	Nombre				
e1		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

e2		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e3		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e4		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e5		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e6		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e7		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e8		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e9		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e10		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e11		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e12		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e13		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e14		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e15		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e16		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e17		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e18		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e19		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e20		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
<b>Estudiantes</b>	¿Con cuáles de sus compañeros de clase estudia usted para las pruebas o exámenes?	Cuándo se realizan trabajos grupales en clase ¿con cuáles de sus compañeros trabaja usted más frecuentemente?	De sus compañeros de clase ¿A quién(es) considera usted su(s) amigo(s) más cercano(s)?	¿Con cuáles de sus compañeros desearía usted estudiar para las pruebas o exámenes?	
<b>Cd</b>	<b>Nombre</b>				
e21		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e22		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e23		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e24		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e25		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e26		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e27		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e28		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e29		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e30		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e31		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e32		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e33		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e34		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e35		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]



e36		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e37		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e38		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e39		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
e40		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
<b>Ninguno de los anteriores</b>	Siempre estudio solo [ ]	Siempre trabajo solo [ ]	Ninguno [ ]	Ninguno [ ]	

**Preguntas Complementarias:**

Cuándo se realizan trabajos grupales en clase de matemática, ¿quién es el principal responsable de asignar los grupos?

- El profesor asigna los grupos de trabajo
- Usted escoge con quién trabajar
- Ambos por igual

Para las pruebas o exámenes de matemática, ¿estudia usted con estudiantes de otras clases?

- Sí
- No

Para las pruebas o exámenes de matemática, ¿estudia usted con sus padres u otros familiares?

- Sí
- No

Para las pruebas o exámenes de matemática, ¿estudia con un tutor pagado?

- Sí
- No

¿Utiliza usted material de apoyo para estudiar matemática?

- Sí
- No

En caso que **Sí** utilice material de apoyo, basado en el material de apoyo que usted utiliza y quién le recomienda este, marque las opciones con una **X**.

Quien recomienda	Internet	Libros	Ejercicios complementarios	Otro material (especifique).....
Compañeros de clase	[ ]	[ ]	[ ]	
Profesor de matemática	[ ]	[ ]	[ ]	
Padres o familiares	[ ]	[ ]	[ ]	

Otro profesor del colegio	[ ]	[ ]	[ ]	
Amigos de otra clase	[ ]	[ ]	[ ]	
Tutor	[ ]	[ ]	[ ]	
Otra persona (especifique).....	[ ]	[ ]	[ ]	