

Redes académicas al interior de las escuelas chilenas: Un estudio exploratorio utilizando Modelos Exponenciales de Grafos Aleatorios (ERGM)

Diego Palacios*

Centro de Medición MIDE UC, Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile

Cristóbal Villalobos

Centro de Estudios de Políticas y Prácticas en Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

El artículo analiza las redes académicas que se producen al interior de aulas chilenas entre estudiantes de Tercer Año Medio (K-11) en distintos tipos de establecimientos, a través de Modelos Exponenciales de Grafos Aleatorios (ERGM). A partir de un modelo analítico que incorpora variables endógenas (reciprocidad, conectividad simple, popularidad, actividad, triangulación) y variables exógenas (género del estudiante, nivel socioeconómico, capital cultural, capital social), se observa que el efecto más importante para explicar las redes académicas se produce por variables endógenas (especialmente por la reciprocidad y triangulación) por sobre el componente exógeno, lo que podría indicar que las relaciones microsociales académicas se configuran, a lo menos en parte, independientemente de las características de los estudiantes. Asimismo, los resultados indican la existencia de relaciones complejas al interior del aula, y algunas diferencias interesantes entre los cursos respecto del efecto de las variables sociales y culturales, lo que podría indicar que algunos patrones de distinción social son relevantes en las interacciones académicas al interior del aula.

Palabras clave: *Análisis de redes sociales – ERGM – Redes académicas – Segregación escolar.*

ABSTRACT

The article analyzes the academic networks that occur within classrooms among Chilean students of Secondary Schools (K-11) in different types of establishments, using the Exponential Random Graph Models (ERGM). Based on an analytical model that incorporates endogenous variables (reciprocity, simple connectivity, popularity, activity, triangulation) and exogenous variables (gender, socioeconomic status, cultural capital, social capital) to explain the formation of the academic networks, the results show that the most important variables to explain the academic networks were the endogenous variables (especially reciprocity and triangulation) over the exogenous component, which could indicate that the micro-social relationships configured, at least in part, independently to the characteristics of the students. The results also indicate the existence of complex relationships within the classroom, and some interesting differences between the schools in social and cultural variables, which could indicate that some patterns of social distinction are relevant in academic interactions within the classroom.

Key words: *Social Networks Analysis – ERGM – Academic Networks – School Segregation.*

*Contacto con los autores: Diego Palacios (dfpalaci@uc.cl), Cristóbal Villalobos (cristobal.villalobos@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

La masificación de la enseñanza y el aumento de la complejidad de las instituciones escolares durante las últimas décadas han puesto en el centro de la discusión internacional las formas y mecanismos de manejo de la heterogeneidad académica, social, cultural y étnica que los sistemas escolares desarrollan (Dupriez, Dumay, & Vause, 2008).

La investigación académica en Chile no ha estado ajena a esta discusión. Durante la última década, se han multiplicado las investigaciones que buscan analizar los procesos de agrupamiento de estudiantes, especialmente buscando entender los procesos de distribución de estudiantes entre escuelas (Bellei, 2013b; Elacqua, 2012; Hernando, Niklitschek, & Briebe, 2014) y, en menor medida, en analizar los procesos de agrupamiento al interior de la escuela (Ortiz, 2015; Treviño, Valenzuela, & Villalobos, 2015) y las dinámicas y relaciones al interior de las aulas (Berger, 2011; Carvacho et al., 2013; Palacios & Berger, 2015; Villalobos, Rojas, & Torrealba, 2015).

Parte importante de la motivación de estas investigaciones ha estado focalizada en entender las características y consecuencias en términos de la calidad y equidad del modelo educativo chileno, basado en la competencia y orientado por la lógica del mercado educativo (Bellei & Cabalín, 2013; Villalobos & Quaresma, 2015). En general, las evaluaciones disponibles han mostrado que el sistema escolar del país presenta altos niveles de segregación e inequidad educativa, ya que los estudiantes tienen experiencias educativas diferenciadas según su clase social. Así, los estudiantes vulnerables y de clases bajas asisten en general a establecimientos públicos (municipales), los estudiantes de la élite asisten a los establecimientos privados y los estudiantes de clase media asisten a los establecimientos particulares, pero que reciben aportes estatales y que se conocen como particulares subvencionados (Valenzuela, Bellei, & De Los Ríos, 2014; Villalobos & Valenzuela, 2012).

Estos resultados han motivado la implementación de importantes reformas durante, que han buscado aumentar la posibilidad de que estudiantes de distintas condiciones sociales, económicas y culturales convivan en los mismos establecimientos (Bellei, 2013a; Mizala & Torche, 2012; Valenzuela, 2011). A pesar de su importancia, estas políticas han supuesto que la inclusión educativa se logra por la mera proximidad física, hipótesis que ha sido cuestionada por

diversos investigadores provenientes de la teoría de redes (Lomi, Snijders, Steglich, & Torló, 2011; Martínez, Dimitriadis, Rubia, Gómez, & De la Fuente, 2003; Thomas, 2000). Desde esta perspectiva, se ha enfatizando sobre la necesidad de desarrollar esfuerzos que permitan desarrollar redes sociales equitativas (*social networks equity*) que tengan como objetivo que muchos (o todos) los niños y niñas se relacionen cotidianamente con estudiantes de distintas clases sociales o distintos rendimientos académicos al interior del aula (Cappella, Kim, Neal, & Jackson, 2013). De esta forma, se pretende resaltar la idea de que los procesos de inclusión educativa no pueden estar limitados a la distribución de estudiantes de distintas características al interior de las escuelas, sino que también deben incorporar análisis y políticas que permitan visualizar las formas de interacciones como parte importante de la pregunta por la equidad escolar.

Hasta la fecha, los estudios centrados en este nivel de análisis microsocial se han focalizado principalmente en describir y analizar las redes sociales y de amistad que se producen en las aulas (Dijkstra, Cillessen, & Borch, 2013; Logis, Rodkin, Gest, & Ahn, 2013; Veenstra & Dijkstra, 2011). Sin embargo, la literatura es escasa respecto de las redes académicas, ya que las investigaciones existentes se han centrado en estudiar las redes de agentes escolares distintos a los estudiantes, como los profesores universitarios (Fiscella & Vásquez, 2008), o en describir históricamente la conformación de redes de conocimiento internacionales (Stuber & Krempel, 2013).

Motivados por este vacío investigativo, el presente artículo busca estudiar y analizar, de manera exploratoria, las redes académicas que se producen al interior de distintos tipos de escuelas chilenas entre estudiantes chilenos 3ro medio (17 años de edad aproximadamente) a través de los Modelos Exponenciales de Grafos Aleatorios (*Exponential Random Graph Models*, ERGM). La utilización de esta metodología permitirá analizar los efectos endógenos y exógenos que estarían explicando la emergencia y formación de estas redes académicas, aportando así a la comprensión de un fenómeno poco explorado en la investigación educativa y en el campo de las teorías de redes.

Para desarrollar este objetivo, el artículo se organiza en tres secciones, además de esta introducción. La segunda sección describe el método de investigación, profundizando en la metodología, datos y fuentes de información

utilizada. La tercera sección despliega los resultados de investigación, entregando información estadística e inferencial sobre las redes académicas formadas en los distintos establecimientos. Finalmente, en la cuarta sección se presentan las principales conclusiones de la investigación, tanto para el estudio de las redes como para la investigación educativa.

MÉTODO

En las últimas décadas se han desarrollado modelos estadísticos para estudiar las redes sociales, los cuales permiten a partir de medidas de la estructura de la red (p.e. la reciprocidad o transitividad) probar hipótesis acerca de los patrones de conformación de las redes. Uno de los modelos más utilizados y exitosos han sido los Modelos Exponenciales de Grafos Aleatorios (ERGM, *Exponential Random Graph Models*), los cuales explican la probabilidad de una red observada como una función de variables endógenas y exógenas (Shields, 2015).

Las variables endógenas dan cuenta de la presencia (y/o ausencia) de vínculos, generando un modelo de la estructura de la red estudiada. Estos modelos conciben la red en base a patrones locales de vínculos (llamados configuraciones), como por ejemplo las díadas recíprocas o los triángulos, permitiendo así generar información sobre el nivel en que las redes están determinadas por configuraciones distintas que las esperables por azar (Lusher, Koskinen, & Robins, 2012b). Un ejemplo clásico de estas variables es la reciprocidad, entendida como la tendencia de que los actores de la red formen relaciones recíprocas (p.e. "sí x dice relacionarse con y , probablemente y también dirá relacionarse con x ").

Por otra parte, el componente exógeno se relaciona con variables que se encuentran fuera de las dinámicas y estructuras de las redes, pero que de todas formas podrían estar influyendo en la conformación de la red estudiada. Un ejemplo prototípico de este tipo de variables es el nivel socioeconómico, entendido como una posible variable relevante en la construcción de cualquier tipo de red (social, laboral, educativa, etc.).

Además de estas características, los ERGM parten de una serie de supuestos teóricos: que las redes emergen localmente; que los patrones de la red estudiada se pueden entender como evidencia de procesos en marcha, y que las redes están estructuradas estocásticamente, implicando que la red

observada es una de las posibles realizaciones de la red aleatoria (Robins & Lusher, 2012b).

Un concepto fundamental para entender los ERGM y sus respectivas configuraciones, es la teoría acerca de la dependencia entre los vínculos. A diferencia de los modelos estándar lineales¹, los supuestos acerca de las dependencias en los ERGM son más complejos y requieren adoptar ciertas decisiones acerca de la dependencia entre los vínculos, definiendo con esto cuales configuraciones locales pueden ser observadas y posteriormente estimadas en el modelo.

Todas estas características permiten a los ERGM (a diferencia de otras técnicas de análisis de redes y de otras técnicas estadísticas) producir un conjunto de resultados similares al de una regresión logística, esto es, un conjunto de coeficientes y niveles de significancia que expresan el cambio en la probabilidad de un vínculo asociado con el cambio en una variable independiente (ya sea endógena o exógena).

En nuestro caso, utilizaremos los ERGM para analizar las redes académicas al interior de las aulas chilenas, considerando tanto variables endógenas como exógenas, incorporando de esta manera configuraciones que consideran el modelo de dependencia del circuito social (Lusher & Robins, 2012). Por una parte, se utilizan las medidas de reciprocidad, conectividad simple, difusión de popularidad, difusión de actividad, cierre cíclico y triangulación como variables endógenas. Por otro lado, se incorporan variables exógenas relacionadas con el género del estudiante (Sax, 2005), su nivel socioeconómico (Duru-Bellat, 2004) y su capital cultural y social (Bourdieu & Passeron, 1964, 1984) como elementos relevantes para estudiar las redes académicas.

Participantes

Para estudiar las redes de interacción, entre abril y julio de 2015 se encuestó a 121

¹Históricamente, los análisis de redes desarrollaron distintos modelos de dependencia. El primer modelo se basó exclusivamente en la reciprocidad (*diadic dependence model*), entendiendo cada díada como independiente entre sí. Un segundo modelo consideró dependencias triádicas (*Markov dependence model*) en donde las relaciones se asumieron como dependientes solo si comparten un nodo. Un tercer modelo (*Social circuit dependence model*) considera la presencia de 4 nodos distintos (i, j, h, k) en donde las relaciones X_{ij} y X_{hk} son condicionalmente dependientes entre sí, en el caso de que existan las relaciones X_{ih} y X_{jk} , de esta manera formando un 4-cycle (Lusher & Robins, 2012).

estudiantes de tercer año de educación secundaria. La muestra final del estudio fue de 101 alumnos (Promedio Edad=17 años, 46% Mujeres). La edad escogida es fundamental, pues se seleccionó a estudiantes que están viviendo un desarrollo de la identidad crítico (Flashman, 2009) y donde, además, el rendimiento académico tuviera consecuencias importantes para su futuro, lo que podría estar influyendo en la estructura y configuración de la red. Los estudiantes encuestados eran parte de 3 cursos de establecimientos educativos ubicados en la Región Metropolitana (Santiago, Chile), de cada una de las dependencias administrativas existentes y de los distintos niveles socioeconómicos presentes en el país: i) educación municipal (38 estudiantes, 33 participantes finales), correspondientes al nivel socio-económico bajo; ii) educación particular subvencionada (45 estudiantes, 35 participantes finales), del nivel socio-económico medio y; iii) educación privada (39 estudiantes, 33 participantes finales), correspondientes al nivel socio-económico alto, como una manera de analizar distintas realidades y contextos educativos.

Instrumentos

A cada estudiante encuestado se le realizó una encuesta autoaplicada donde se le solicitó que indicaran con qué estudiantes se relacionaban académicamente al interior de la escuela (*¿Con quienes estudias en el colegio?*). Adicionalmente, se le pidió entregar información respecto de su situación socioeconómica y académica, hábitos y gustos, motivación y autopercepción. Para la obtención de la información, se realizaron espacios de información con padres, apoderados y directivos, y los estudiantes debieron leer y firmar un asentimiento informado, cumpliendo así con los estándares éticos de la investigación en Ciencias Sociales.

Variables y recodificación

En el caso de las variables exógenas, el presente estudio utilizó algunas variables asociadas al análisis de redes sociales, específicamente a los ERGM, considerando la el modelo de dependencia de los circuitos sociales (Pattison & Robins, 2002). Los efectos (configuraciones) utilizados siguieron las sugerencias de Robins y Lusher (2012a) para relaciones positivas (como por ejemplo, la

amistad y el estudio conjunto), siendo incluidos los siguientes efectos²:

- **Aristas (*edges*)**: refiere al número de vínculos en la red. Se interpreta como una propensión basal de la formación de vínculos.
- **Reciprocidad (*mutual*)**: refiere al número de pares de actores (*i* y *j*) en donde encontramos $i \rightarrow j$ y $j \rightarrow i$. Si es positiva, se interpreta como una tendencia de vinculación recíproca.
- **Conectividad simple (*twopath*)**: refiere al número de 2-path³ en la red. Si es positiva, indica una tendencia de que los actores con mayor cantidad de nominaciones recibidas son los mismos que emiten una alta cantidad de nominaciones.
- **Difusión Popularidad (*gwidegree*)**: refiere a la distribución ponderada (geométricamente) de grados de entrada con un parámetro de caída (*weight decay parameter*). Si es negativa, indica que la mayoría de los actores son similares en su nivel de popularidad (es decir, en la cantidad de nominaciones recibidas).
- **Difusión Actividad (*gwodegree*)**: refiere a la distribución ponderada (geométricamente) de grados de salida con un parámetro de caída (*weight decay parameter*). Si es negativa, indica que la mayoría de los actores son similares en su nivel de actividad (esto es, en la cantidad de nominaciones emitidas).
- **Cierre cíclico (*ctriple*)**: refiere a la distribución ponderada (geométricamente) del número de diadas recíprocas (edgewise). Si es negativo el efecto, indica una tendencia contraria a las triadas cíclicas (usualmente asociadas al concepto de reciprocidad o intercambio generalizado).
- **Triangulación (*gwesp*)**: refiere al número de tripletes cíclicos en la red, definido como el conjunto de vínculos donde $i \rightarrow j$, $j \rightarrow k$, y $k \rightarrow i$. Si es positivo, indica una tendencia de clausura triádica o existencia de múltiples clusters de triadas.

² Entre paréntesis están los efectos utilizados en el paquete *statnet* de R. Para una revisión detallada de los efectos utilizados y de todos los efectos disponibles véase Morris, Handcock & Hunter (2008).

³El 2-path consiste en una triada (*i, j y k*), donde $i \rightarrow j$ y $j \rightarrow k$.

Tabla 1

Descripción de variables originales, recodificación y variables finales (ERGM)

ERGM variables	Ítem cuestionario	Variables cuestionario	Opciones de respuesta	ERGM valores	Recodificación
Redes académicas	Ellos/Ellas son con los que estudio dentro del colegio	-	-	0 (ausencia de vínculo), 1 (presencia de vínculo)	-
Género	Género del estudiante	-	Hombre, Mujer	Hombre, Mujer	-
Educación Madre	¿Qué nivel educacional alcanzó tu madre?	-	No estudió	Básica completa o menos	Cada estudiante contestó una opción de respuesta y luego se recodificaron las categorías originales en tres (Básica completa o menos, Media completa o incompleta, y Estudios en educación superior)
		-	Básica incompleta		
		-	Básica completa		
		-	Media incompleta	Media completa o incompleta	
		-	Media completa		
		-	Superior no universitaria incompleta	Estudios en educación superior	
		-	Superior no universitaria completa		
		-	Universitaria incompleta		
		-	Universitaria completa		
-	Postgrado, Magíster, Doctorado				
Frecuencia Lectura	¿Con que frecuencia lees?	-	1 (Nunca o casi nunca), 2 (Una vez al trimestre), 3 (Una vez al mes), 4 (Una o dos veces por semana), 5 (Todos los días)	1-3 (Baja frecuencia) 4-5 (Alta frecuencia)	Cada estudiante contestó una opción de respuesta y luego se recodificaron las categorías originales en dos (Baja frecuencia y Alta frecuencia)
Gusto musical	¿Con qué frecuencia escuchas los siguientes tipos de música?	Mexicana (rancheras/corridos)	1 (Nunca o casi nunca) a 5 (Frecuentemente)	Gusto musical popular	La variable final se creó recodificando las variables de gusto musical popular (Mexicana, Reggaetón y Hip-Hop/Rap) en 0 (categorías 1-3 en frecuencia) y -1 (categorías 4-5 en frecuencia). De manera similar las variables de alto gusto culto (Electrónica, Jazz-Bossanova-Funk-Blues-Soul y Docta) fueron recodificadas en 0 (categorías 1-3 en frecuencia) y +1 (categorías 4-5 en frecuencia). Luego se sumó los puntajes de cada estudiante en las 6 variables del cuestionario, obteniéndose un puntaje con valores de -3 a +3. Ese puntaje fue finalmente tricotomizado en Gusto musical Popular (-3 a -1), Gusto musical Mixto (0) y Gusto musical Culto (+1 a +3).
		Reggaetón			
		Hip-Hop, Rap		Gusto musical mixto	
		Electrónica			
		Jazz, Bossanova, Funk, Blues, Soul		Gusto musical culto	
Docta					
Eventos culturales	A continuación, por favor indica con qué frecuencia asistes a los siguientes eventos	Teatro, danza y ópera	1 (Nunca o casi nunca) a 5 (Frecuentemente)	Ningún evento con alta frecuencia	La variable final se creó recodificando todas las 7 variables del cuestionario original en 0 (categorías 1-3 en frecuencia) y 1 (categorías 4-5 en frecuencia). Luego se sumó los puntajes de cada estudiante en las 7 variables obteniéndose un puntaje de entre 0 y 7 puntos (-3 a +3). Este puntaje fue finalmente dicotomizado en las categorías Ningún evento con alta frecuencia (0) y Un evento o más con alta frecuencia (1 a 7).
		Exposiciones, ferias y muestras de fotografía			
		Bibliotecas			
		Monumentos históricos, sitios arqueológicos		Un evento o más con alta frecuencia	
		Museos			
		Casas de la cultura			
		Galerías de arte y salas de exposición			

- Homofilia (*nodematch*): refiere al número de vínculos entre los estudiantes i y j , donde el estudiante i presenta el mismo valor que el estudiante j en la covariable de interés. Si es positivo, indica que los actores se tienden a vincular con actores que comparten el mismo atributo.

Por otra parte, las variables endógenas utilizadas incorporaron aspectos demográficos, socioeconómicos y culturales de los estudiantes. La tabla 1 detalla las variables exógenas utilizadas, dando cuenta del fraseo utilizado en el cuestionario y la recodificación realizada para la utilización en el análisis posterior.

RESULTADOS

La Tabla 2 presenta la estadística descriptiva de cada curso estudiado, distinguiendo por tipo de establecimiento educacional. Como se puede observar, existen importantes similitudes entre los cursos en términos del tamaño, la cantidad de vínculos existentes, la reciprocidad diádica³ y la densidad de la red, aunque hay algunas diferencias en torno a los niveles de reciprocidad *edgewise* y

³ La diferencia entre la reciprocidad diádica y la *edgewise*, es que la primera refiere a la proporción de diádas simétricas (independiente si existe un vínculo entre los dos nodos que forman la diáda), mientras que en la segunda refiere a la proporción de vínculos que son recíprocos.

transitividad, destacando los altos niveles del colegio municipal en comparación con los de los establecimientos privados (particular y subvencionado). Esto sugiere que en la sala de clases del establecimiento público existe una mayor proporción de vínculos académicos recíprocos (es decir, que tanto el estudiante i como el estudiante j dicen estudiar juntos) y que además existen estructuras transitivas de estudio (lo que implica que el estudiante i dice estudiar con el estudiante j , y este último dice estudiar con el estudiante k ; mientras que el estudiante i también dice estudiar con el k , cerrando así la estructura triádica).

respecto a los otros dos colegios), reafirmando así los procesos de segmentación y segregación educativa existentes en el país (Villalobos & Valenzuela, 2012).

Ahora bien, para obtener información acerca de la bondad (calidad) de ajuste del modelo ERGM construido, la Figura 1 presenta una serie de gráficos donde se comparan distintas características de la red observada como grados de entrada, grados de salida, díadas con nodos compartidos (edge-wise shared partner) y la mínima distancia geodésica, con las características en un conjunto de redes simuladas a partir del mismo modelo (Hunter, Handcock, Butts, Goodreau, & Morris, 2008).

Tabla 2

Datos descriptivos de redes y covariables

Variable	Colegio			Total/ Promedio
	Privado	Particular Subvencionado	Municipal	
Redes académicas				
N relaciones	142	134	130	406
N relaciones posibles	1056	1156	1056	3268
Densidad	0,13	0,11	0,12	0,12
Reciprocidad (<i>edgewise</i>)	0,40	0,44	0,61	0,48
Reciprocidad (<i>dyadic</i>)	0,84	0,86	0,90	0,87
Transitividad	0,35	0,14	0,52	0,33
Covariables				
Género				
Hombre	18	20	16	54
Mujer	15	15	15	45
Datos perdidos	0	0	2	2
% de relaciones por similitud en Género	65%	57%	57%	60%
Educación Madre				
Ed. Básica o menos	0	3	13	16
Ed. Media	4	15	17	36
Ed. Superior	29	17	2	48
Datos perdidos	0	0	1	1
% de relaciones por similitud en Ed. Madre	73%	37%	43%	51%
Frecuencia Lectura				
Baja	8	12	17	37
Alta	23	18	13	54
Datos perdidos	2	5	3	10
% de relaciones por similitud en Fr. Lectura	56%	35%	54%	49%
Gusto musical				
Popular	6	15	13	34
Mixto	16	12	11	39
Culto	10	6	8	24
Datos perdidos	1	2	1	4
% de relaciones por similitud en Gusto musical	43%	46%	34%	41%
Eventos Culturales				
Ninguno	27	20	17	64
Uno o más	6	10	15	31
Datos perdidos	0	5	1	6
% de relaciones por similitud en Ev. Culturales	67%	37%	45%	50%

Nota. En Chile la educación básica (primaria) comprende 8 años de estudios (entre los 6 y 13 años de edad aproximadamente), mientras que la educación media (secundaria) comprende 4 años de estudio (entre los 14 y 18 años de edad aproximadamente). Para calcular los datos relativos a las redes académicas se utilizó el paquete *sna* de R.

Ahora bien, también resulta interesante destacar que algunas variables exógenas, como la distribución de los años de estudio la madre, la distribución de los gustos musicales y la frecuencia de participación en eventos culturales, reflejan importantes diferencias sociales y culturales entre los cursos (tanto en su distribución entre categorías como en la proporción de relaciones académicas por similitud en las covariables, la cual es especialmente alta en el colegio privado con

Estos gráficos entregan información acerca del ajuste de cada modelo (curso) para las cuatro características señaladas. Las líneas sólidas muestran la estadística observada mientras que las líneas grises sintetizan la distribución de las redes resultante a partir de la simulación. Como se puede apreciar, los modelos construidos tienden a capturar razonablemente bien las cuatro características anteriormente señaladas, lo que implica que, en general, los modelos son capaces de

producir una distribución de redes donde exista una probabilidad razonable de obtener redes similares a la red observada. El modelo que mejor representa los cambios en los vínculos de la red es el del colegio municipal, tanto en términos visuales como en términos de la estadística de ajuste del modelo, ya que presenta valores más bajos del AIC (*Akaike information criterion*) y BIC (*Bayesian information criterion*) presentes en la Tabla 3.

Por otra parte, la Tabla 3⁴ presenta los resultados del modelo ERGM propuesto, incluyendo las variables endógenas y exógenas, para cada uno de los cursos de los

académicas en los distintos cursos tienden a configurarse de manera similar. En segundo término, es claro que, vistas en conjunto, las variables endógenas explican mayormente la configuración de las redes académicas que las variables exógenas. Esto implica que, a lo menos en términos de las redes académicas, la estructura emergente de la red es una variable relevante para explicar las interacciones sociales entre los individuos, lo cual concuerda con lo encontrado en estudios de amistad entre estudiantes (Block, 2015; Steglich, Snijders, & Pearson, 2010; Steglich, Snijders, & West, 2006).

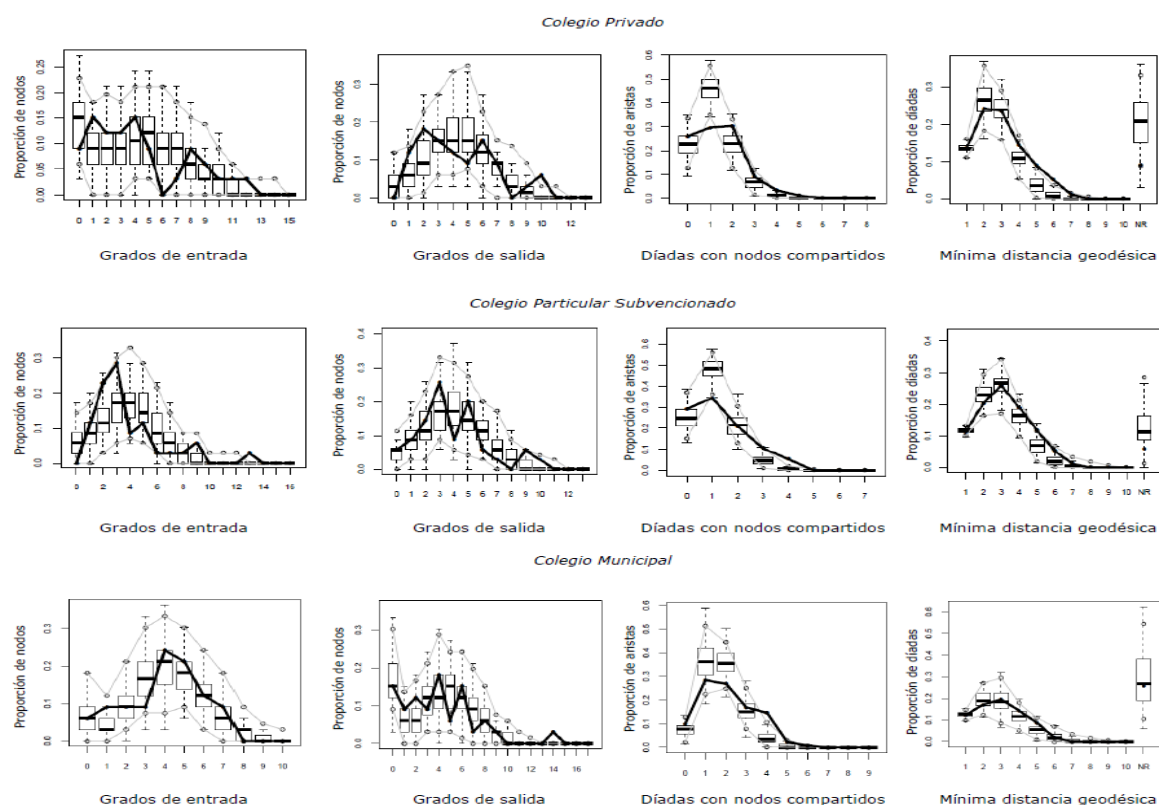


Figura 1. Indicadores de bondad de ajuste del modelo para cada tipo de colegio

establecimientos educativos encuestados. Dos observaciones generales se pueden establecer del conjunto de resultados. En primer lugar, es claro que existen importantes similitudes (especialmente en la dimensión endógena) en las variables que explican la configuración de las redes en los distintos cursos, lo que podría sugerir que, a pesar de sus diferencias sociales y culturales, las interacciones

Ahora bien, al analizar los efectos estructurales (endógenos), la Tabla 3 muestra interesantes resultados. Por una parte, las aristas⁵ como es habitual, muestran un efecto negativo (Lusher, Koskinen, & Robins, 2012a), sugiriendo que existe un baja cantidad de relaciones que no están anidadas en configuraciones de orden superior (e.g. reciprocidad, triangulación, etc.). En segundo término, el efecto de reciprocidad observado en los tres cursos es positivo, indicando que sí

⁴ En un modelo previo se testearon los mismos modelos incluyendo los efectos de emisión (sender) y recepción (receiver) asociados a las covariables exógenas, no encontrándose efectos significativos. Por motivos de parsimonia del modelo se decidió sacar estos efectos del modelo final.

⁵ Las aristas (edges) son un indicador de la propensión a la ocurrencia de relaciones, aunque no son exactamente lo mismo que la densidad de la red (Lusher et al., 2012a).

el estudiante i declara estudiar con el estudiante j , éste último tiende a confirmar tal información. Para el caso de la conectividad simple el parámetro negativo indica que los estudiantes más atractivos para estudiar (mayor grado de entrada) tienden a no ser los que dicen estudiar con una mayor cantidad de alumnos (mayor grado salida). En el caso de la popularidad, esta es solo es significativa negativamente en el colegio privado, indicando que los estudiantes de este curso tienen niveles similares de aceptación académica, cosa que no ocurriría en el caso de los establecimientos públicos y

conjunta sugiere que en el establecimiento municipal los 2-path se produce de manera cíclica y transitiva, lo que implica que existen altos niveles de reciprocidad y densidad al interior de las tríadas, dando así cuenta de la existencia de grupos de estudio muy cerrados y cohesionados entre sí. Finalmente, se puede observar que en los tres cursos existe una tendencia a establecer relaciones transitivas, lo que podría estar implicando que, a lo menos en cierta medida, las relaciones académicas se “transfieren” desde un individuo a otro.

Tabla 3

Resultados del modelo (ERGM) con efectos endógenos y exógenos

	Modelo		
	Privado	Particular Subvencionado	Municipal
<i>Efectos endógenos</i>			
Aristas (<i>edges</i>)	-1.526*** (0.540)	-2.275*** (0.588)	-2.843*** (0.662)
Reciprocidad (<i>mutual</i>)	1.720*** (0.393)	1.464*** (0.410)	2.009*** (0.451)
Conectividad simple (<i>twopath</i>)	-0.223*** (0.041)	-0.225*** (0.049)	-0.267*** (0.049)
Difusión Popularidad (<i>gwidegree</i>)	-1.658** (0.770)	-0.231 (0.594)	-0.036 (1.104)
Difusión Actividad (<i>gwodegree</i>)	-0.428 (0.585)	-0.177 (0.585)	-1.490* (0.785)
Cierre cíclico (<i>ctruple</i>)	0.250 (0.246)	0.338 (0.254)	0.413** (0.191)
Triangulación (<i>gwesp</i>)	0.960*** (0.125)	1.168*** (0.130)	1.802*** (0.104)
<i>Efectos exógenos</i>			
Género	0.410*** (0.125)	0.221* (0.130)	0.215** (0.104)
Educación Madre	-0.180 (0.178)	-0.119 (0.186)	0.122 (0.132)
Frecuencia Lectura	0.087 (0.144)	-0.011 (0.166)	0.222** (0.101)
Gusto musical	0.279** (0.135)	0.384*** (0.118)	0.144 (0.143)
Eventos Culturales	-0.037 (0.153)	-0.066 (0.173)	-0.025 (0.147)
<i>Ajuste del Modelo</i>			
AIC	723.511	715.800	545.480
BIC	792.983	786.538	614.951

Nota. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$. Cada parámetro tiene su respectivo error estándar entre paréntesis. Los efectos utilizados en el paquete *statnet* de R están entre paréntesis y con letra cursiva. La estimación fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud. Para el efecto *gwesp* se utilizó un parámetro τ de 0.25 (este parámetro controla la razón geométrica de caída en el efecto de clausura triádica sobre la probabilidad de formación del vínculo, considerando una cantidad creciente de nodos compartidos) mientras que para los efectos *gwidegree* y *gwodegree* se utilizó un parámetro de caída de 1, considerando la literatura sobre los ERGM (Goodreau, Kitts & Morris, 2009; Levy, 2016).

subvencionados, donde no existirían tendencias claras en cuanto en la distribución de redes académicas. En el caso del cierre cíclico, se observa solo un efecto significativo positivo en el colegio municipal, indicando que existe una tendencia a establecer relaciones de intercambio académico generalizado (reconocimiento mutuo de tres estudiantes como grupos de estudio). Como este efecto está formado por múltiples 2-path (conectividad simple), la interpretación

A diferencia de las variables endógenas, los resultados de las variables exógenas son bastante diferenciados entre los distintos cursos. Sin embargo, existen algunas tendencias similares en lo que respecta al género como variable relevante para establecer relaciones académicas, lo que es coincidente con otras investigaciones que estudian relaciones de amistad en la escuela (Burk, Steglich, & Snijders, 2007; Palacios & Berger, 2015; Shin & Ryan, 2014). Otra

coincidencia es que en los tres modelos no existe una tendencia a establecer relaciones académicas por similitud en el nivel educacional de la madre del estudiante (medida del capital económico) ni respecto de la participación en eventos culturales (que se entiende como una variable que da cuenta del capital cultural del estudiante y de sus familias). En las restantes variables exógenas, se observan patrones diferenciados entre los cursos. Así, solo en el colegio municipal existe una propensión a establecer relaciones académicas por similitud en la frecuencia de lectura (que se entiende como un proxy del capital cultural), mientras que en los establecimientos de mayor nivel socioeconómico (privados pagados y particular subvencionados), existe una tendencia a que los estudiantes establezcan sus redes de estudio en base a similitud a gustos musicales.

Finalmente, un efecto interesante es que en las redes observadas, el efecto de popularidad es negativo mientras que el efecto de triangulación es positivo, sugiriendo que, al menos en el colegio privado, existen clusters académicos bien definidos. Esto difiere a lo encontrado en la investigación sobre redes de amistad, ya que estas redes suelen tener una estructura de centro-periferia (Borgatti & Everett, 2000), con estudiantes populares al centro y triadas formadas a su alrededor, lo que podría estar indicando que ambos tipos de interacción (de amistad y académica) se conforman de manera diferenciada.

DISCUSIÓN

Vistos los resultados en conjunto, es posible establecer a lo menos cuatro grandes conclusiones. En primer lugar, los resultados del estudio sugieren que el efecto más importante para explicar las redes académicas al interior de las aulas chilenas se produce por variables endógenas (especialmente por la reciprocidad y la triangulación) por sobre el componente exógeno, lo que podría indicar que las relaciones microsociales académicas se configuran en parte de manera independiente de las características de los estudiantes, diferenciándose del importante efecto que tienen las variables socioeconómicas en la distribución entre establecimientos (Valenzuela, Bellei y De los Ríos, 2014). Esto es central, pues podría estar indicando que, en este espacio microsocial, existen las condiciones para que los estudiantes desarrollen interacciones inclusivas y equitativas en términos sociales y académicos.

En segundo término, los resultados mostraron la importancia de efectos estructurales complejos, como la popularidad, la actividad y la formación de díadas y tríadas, además del cierre cíclico, evidenciando así que las interacciones entre los estudiantes no son simples ni duales, sino que más bien se constituyen a través de dinámicas intrincadas, mostrando así la dificultad de entender este tipo de redes y de pensar posibles cursos de acción pedagógica que promuevan interacciones equitativas al interior de las aulas.

En tercer término, los resultados revelaron que, aunque secundarias, algunas variables externas, como la similitud de género, son fundamentales para establecer relaciones de estudio, lo cual concuerda con resultados previos en investigaciones sobre amistad en la escuela y anima a pensar en los posibles efectos de estas interacciones, sobre todo considerando las brechas entre hombres y mujeres en términos de rendimiento (OCDE, 2010). Además, se observan efectos específicos de algunas variables socio-culturales. Mientras la similitud en gusto musical es un factor relevante en colegios de mayores ingresos (privado y particular subvencionado), la similitud en frecuencia de lectura es importante para entender la formación de redes académicas al interior del colegio municipal. Esto podría ser una señal de que, aún en la esfera microsocial, algunos patrones de distinción social son utilizados para desarrollar interacciones académicas al interior del aula, aunque estos se basan en elementos y códigos culturales más que en elementos materiales o tangibles, lo que podría estar en la línea de la teoría de la diferenciación del gusto desarrollada por Bourdieu (2010).

Finalmente, y relacionado con lo anterior, es importante destacar que, en general, se observan importantes similitudes entre los distintos tipos de establecimientos educacionales chilenos. Aunque inicial, esta evidencia podría estar indicando la existencia de dinámicas y procesos de interacción similares en espacios social y académicamente diferenciados. Una posible explicación a este resultado es que las dinámicas de interacción al interior del aula se producen de manera similar en los distintos espacios por el proceso de homogenización desarrollado en los niveles anteriores (establecimientos y cursos), que genera aulas similares donde los patrones exógenos ya no son tan determinantes.

Si bien este análisis ofrece interesantes resultados, es importante mencionar que la presente investigación presenta algunas

limitaciones, que entregan desafíos para la investigación de redes y la investigación educativa. Primero, y en términos del diseño de investigación solo contamos con una muestra pequeña (tres salas de clases), por lo que cualquier generalización es, evidentemente, arriesgada. Asimismo, no contamos con información longitudinal de estas redes y atributos, lo cual limita las posibilidades de desarrollar procesos de inferencia respecto a como las redes académicas influyen cambios en variables dinámicas como puede ser el caso del gusto musical, frecuencia de lectura y participación en eventos culturales (hipótesis de influencia), y simultáneamente de como éstas variables dinámicas afectan el proceso de formación de las redes académicas (hipótesis de selección). Por otra parte, el estudio solo consideró los estudiantes con información completa en cuantos a los vínculos académicos por lo cual las redes académicas no contienen exactamente el número real de estudiantes, aunque si un número razonablemente cercano a éste, lo que obliga a pensar en la posible existencia de sesgos de autoselección en la muestra. Por último, el estudio no contó con algún indicador de rendimiento académico objetivo el cual parecer ser una variable relevante para entender la conformación de dichas redes.

A pesar de estas limitaciones expuestas (y en parte también gracias a ellas), el estudio de las redes académicas aparece como un tema relevante para el análisis de redes y para el estudio de las políticas educativas, ya que permite entender las interacciones en un nivel particular, entregando así elementos para la construcción de mejores políticas de inclusión y equidad educativa.

REFERENCIAS

- Bellei, C. (2013a).** El "fin de lucro" como política educacional. En J. E. García-Huidobro & A. Falabella (Eds.), *Los fines de la educación* (pp. 85-114). Santiago: Ediciones UC.
- Bellei, C. (2013b).** El estudio de la segregación socioeconómica y académica de la educación chilena. *Estudios Pedagógicos*, 39(1), 325-345. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052013000100019>
- Bellei, C., & Cabalín, C. (2013).** Chilean Student Movements: Sustained Struggle to Transform a Market-oriented Educational System. *Current Issues in Comparative Education*, 15(2), 108-123.
- Berger, C. (2011).** Agresividad, prosocialidad y estatus social: identificando perfiles admirados entre preadolescentes chilenos. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 4(8), 357-368.
- Block, P. (2015).** Reciprocity, transitivity, and the mysterious three-cycle. *Social Networks*, 40, 163-173. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socnet.2014.10.005>
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2000).** Models of core /periphery structures. *Social Networks*, 375-395. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8733\(99\)00019-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-8733(99)00019-2)
- Bourdieu, P. (2010).** *El sentido social del gusto. Elementos para una sociología de la cultura*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1964).** *Los herederos. Los estudiantes y la cultura*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Ediciones.
- Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1984).** *La reproducción. Elementos para una teoría de la enseñanza*. Madrid: Popular.
- Burk, W. J., Steglich, C. E. G., & Snijders, T. A. B. (2007).** Beyond dyadic interdependence: Actor-oriented models for co-evolving social networks and individual behaviors. *International Journal of Behavioral Development*, 31(4), 397-404. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0165025407077762>
- Cappella, E., Kim, H., Neal, J., & Jackson, D. (2013).** Classroom Peer Relationships and Behavioral Engagement in Elementary School: The Role of Social Network Equity. *American Journal of Community Psychology*, 52, 367-379. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10464-013-9603-5>
- Carvacho, H., Zick, A., Haye, A., González, R., Manzi, J., Kocik, C., & Bert, I. M. (2013).** On the relation between social class and prejudice: The roles of education, income, and ideological attitudes. *European Journal of Social Psychology*, 43(4), 272-285. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ejsp.1961>
- Dijkstra, J. K., Cillessen, A. H. N., & Borch, C. (2013).** Popularity and adolescent friendship networks: Selection and influence dynamics. *Developmental Psychology*, 49(7), 1242-1252. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0030098>
- Dupriez, V., Dumay, X., & Vause, A. (2008).** How Do School Systems Manage Pupils' Heterogeneity? *Comparative Educational Review*, 52(2), 245 - 273. doi: <http://dx.doi.org/10.1086/528764>
- Duru-Bellat, M. (2004).** *Social inequality at school and educational policies*. Retrieved from Paris, UNESCO.

Elacqua, G. (2012). The impact of school choice and public policy on segregation: Evidence from Chile. *International Journal of Educational Development*, 32, 444-453. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2011.08.003>

Fiscella, J. M. G., & Vásquez, J. I. (2008). Conocimiento y estructura en la investigación académica: una aproximación desde el análisis de redes sociales. *Redes. Revista Hispana para el análisis de Redes Sociales*, 14, 33.

Hernando, A., Niklitschek, K., & Briebe, D. (2014). *Segregación escolar en Chile*. Santiago: Horizontal.

Goodreau, S. M., Kitts, J. a, & Morris, M. (2009). Birds of a feather, or friend of a friend? Using exponential random graph models to investigate adolescent social networks. *Demography*, 46(1), 103-125. doi: <http://dx.doi.org/10.1353/dem.0.0045>

Hunter, D. R., Handcock, M. S., Butts, C. T., Goodreau, S. M., & Morris, M. (2008). ERGM: A Package to Fit, Simulate and Diagnose Exponential-Family Models for Networks. *Journal of Statistical Software*, 24(3), 548- 560. doi: <http://dx.doi.org/10.18637/jss.v024.i03>

Levy, M. (2016). *ERGM Tutorial*. Disponible en: <http://www.r-bloggers.com/ergm-tutorial/>

Logis, H. A., Rodkin, P. C., Gest, S. D., & Ahn, H. J. (2013). Popularity as an Organizing Factor of Preadolescent Friendship Networks: Beyond Prosocial and Aggressive Behavior. *Journal of Research on Adolescence*, 23(3), 413-423. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/jora.12033>

Lomi, A., Snijders, T., Steglich, C., & Torló, V. (2011). Why are some more peer than others? Evidence from a longitudinal study of social networks and individual academic performance. *Social Science Research*, 40, 1506-1520. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssresearch.2011.06.010>

Lusher, D., & Robins, G. (2012). Formation of Social Network Structure. En D. Lusher, J. Koskinen, & G. Robins (Eds.), *Exponential Random Graph Models for Social Networks* (pp. 16-28). Cambridge University Press. doi: http://dx.doi.org/10.4135/9781446294413.n3_2

Lusher, D., Koskinen, J., & Robins, G. (2012b). Introduction. In D. Lusher, J. Koskinen, & G. Robins (Eds.), *Exponential Random Graph Models for Social Networks* (pp. 1-6). Cambridge University Press. doi: http://dx.doi.org/10.4135/9781446294413.n3_2

Lusher, D., Koskinen, J., & Robins, G. (Eds.). (2012a). *Exponential Random Graph Models for Social Networks*. Cambridge University Press. doi: <http://dx.doi.org/10.4135/9781446294413.n32>

Martinez, A., Dimitriadis, Y., Rubia, B., Gómez, E., & De la Fuente, E. (2003). Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions. *Computers & Education*, 41, 353-368. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2003.06.001>

Mizala, A., & Torche, F. (2012). Bringing the schools back in: the stratification of educational achievement in the Chilean voucher system. *International Journal of Educational Development*, 32(1), 132-144. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2010.09.004>

OCDE. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Reading, Mathematics and Science* (Vol. 1): OCDE.

Ortiz, I. (2015). Escuelas inclusivas en el contexto de la segregación social del sistema escolar chileno. *Calidad de la Educación*, 42, 93-112. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-45652015000100004>

Palacios, D., & Berger, C. (2015). ¿Son los buenos estudiantes amigos deseables? Evidencia para la selección de amistad entre estudiantes de educación primaria. *Estudios de Psicología*, 36(2), 496-508.

Pattison, P., & Robins, G. (2002). Neighborhood-Based Models For Social Networks. *Sociological Methodology*, 32(1), 301-337. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9531.00119>

Robins, G., & Lusher, D. (2012a). Illustrations: Simulation, Estimation, and Goodness of Fit. En D. Lusher, J. Koskinen, & G. Robins (Eds.), *Exponential Random Graph Models for Social Networks* (pp. 167-186). Cambridge University Press. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511894701.015>

Robins, G., & Lusher, D. (2012b). What Are Exponential Random Graph Models? En D. Lusher, J. Koskinen, & G. Robins (Eds.), *Exponential Random Graph Models for Social Networks* (pp. 9-15). Cambridge University Press. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511894701.003>

Sax, L. (2005). *Why gender matters. What parents and teachers need to know about the emerging science of sex differences?* New York: Broadway Books.

Shin, H., & Ryan, A. M. (2014). Early Adolescent Friendships and Academic Adjustment: Examining Selection and Influence Processes with Longitudinal Social Network Analysis. *Developmental Psychology*, 50(11), 2462-2472. doi: <http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0037922>

Steglich, C., Snijders, T. A., & Pearson, M. (2010). Dynamic networks and behavior: Separating selection from influence. *Sociological Methodology*, 40(1), 329-393. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9531.2010.01225.x>

Steglich, C., Snijders, T. A., & West, P. (2006). Applying SIENA: An Illustrative Analysis of the Coevolution of Adolescents' Friendship Networks, Taste in Music, and Alcohol Consumption. *Methodology. European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*, 2(1), 48.

Stuber, M., & Krempel, L. (2013). Las redes académicas de Albrecht von Haller y la Sociedad Económica: un análisis de redes a varios niveles. *REDES- Revista Hispana para el análisis de Redes Sociales*, 24(1), 1-26.

Thomas, S. (2000). Ties That Bind: A Social Network Approach to Understanding Student Integration and Persistence. *The Journal of Higher Education*, 71(5), 591-615. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2649261>

Treviño, E., Valenzuela, J. P., & Villalobos, C. (2015). Segregación académica y socioeconómica al interior de la escuela. Análisis de su magnitud, evolución y principales factores explicativos. *Estudios de Política Educativa*, 2, 62-110.

Valenzuela, J. P. (2011). La gratuidad como derecho y condición para una educación de calidad para todos. *Revista Docencia*, 45(1), 18 - 24.

Valenzuela, J. P., Bellei, C., & De Los Ríos, D. (2014). Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system. The case of Chile. *Journal of Education Policy*, 29(2), 217-241. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02680939.2013.806995>

Veenstra, R., & Dijkstra, J. K. (2011). Transformations in adolescent peer networks. En B. Laursen, & W. A. Collins, *Relationship Pathways: From Adolescence to Young Adulthood* (pp. 135-154). Thousand Oaks, CA: Sage. doi: <http://dx.doi.org/10.4135/9781452240565.n7>

Villalobos, C., & Quaresma, M. L. (2015). Sistema escolar chileno: Características y consecuencias de un modelo orientado al mercado. Convergencia. *Revista de Ciencias Sociales*, 69(1), 63-84.

Villalobos, C., & Valenzuela, J. P. (2012). Polarización y Cohesión social del Sistema Escolar Chileno. *Revista de Análisis Económico*, 27(2), 145 - 172. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-88702012000200005>

Villalobos, C., Rojas, C., & Torrealba, D. (2015). Gestión de la heterogeneidad en las aulas chilenas. Técnicas, patrones de agrupamiento y sus efectos en el sistema educativo: un estudio de caso. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 9(1), 21-42.

