

Metodologia de Análise de Redes Sociais como Instrumento de Diagnóstico Social na Sala de Aula: um Estudo de Caso no Ensino Público Brasileiro¹

Leandro César Mol Barbosa², Mônica da Cunha e Silva³ & Ronan Daré Tocafuldo⁴

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia prática para a integração de técnicas de análise de rede com as características socioeconômicas de alunos brasileiros de escolas públicas, como raça, renda e utilização de cotas. A metodologia foi testada através de um estudo de caso elaborado em uma turma do segundo ano de uma instituição pública federal. Os resultados possibilitaram entender com maior profundidade o comportamento social dos alunos com relação à formação de laços de estudo. Dentre os achados da pesquisa, pôde-se observar a heterogeneidade da rede em que as maiores posições de autoridade e centralidade foram ocupadas por alunos não cotistas e brancos, a formação de cinco comunidades com alta capacidade de desenvolvimento de laços, a identificação de quatro alunos cotistas isolados na rede bem como o agrupamento de alunos pardos e cotistas em comunidades com maior grau de interação.

Palavras-Chave: Redes sociais; renda familiar; raça; cotas.

1 Este artigo foi escrito em português do Brasil.

2 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Congonhas, MG, Brasil. E-mail: leandro.mol@ifmg.edu.br. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7186-5405>

3 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Arcos, MG, Brasil. E-mail: engcivil.monica@gmail.com. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7186-5405>

4 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Congonhas, MG, Brasil. E-mail: ronan.dare@ifmg.edu.br. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4320-0435>

Social Network Analysis Methodology as a Tool for Social Diagnosis in the Classroom: A Case Study in the Brazilian Public Education

Abstract

This work aims to present a practical methodology for the integration of the network analysis techniques with the socioeconomic features of students from the Brazilian public schools, such as ethnic group, income, and quotas. The methodology was tested through a case study elaborated in a second-year class of a federal public institution. The results made it possible to understand in detail the social behavior of students regarding the development of study ties. Among the findings, it was possible to observe the network heterogeneity, in which the highest positions of authority and centrality were taken by the white students and without quotas, the development of five communities with high capacity for developing ties, the identification of four quota students isolated in the network as well as the grouping of brown students and quota students in communities with a higher degree of interaction.

Keywords: Social networks; family income; ethnic group; quotas.

Metodología de Análisis de Redes Sociales como Instrumento para el Diagnóstico Social en el Aula: Un Estudio de Caso en la Educación Pública Brasileña

Resumen

Este artículo tiene como objetivo presentar una metodología práctica para la integración de técnicas de análisis de redes con las características socioeconómicas de los estudiantes de escuelas públicas brasileñas, como la raza, la renta y el uso de cuotas. La metodología fue probada a través de un estudio de caso aplicado en un aula, en el Tercero de Secundaria Obligatoria, en una institución pública federal. Los resultados demostraron el comportamiento social de los estudiantes en relación con la formación de lazos de estudio. Entre los resultados de la investigación, fue posible observar la heterogeneidad de la red en la que los más altos puestos de autoridad y centralidad estaban ocupados por estudiantes blancos que todavía no tenían cuota, la formación de cinco comunidades con alta capacidad para desarrollar vínculos la identi-

ficación de cuatro estudiantes cotizados aislados, así como la agrupación de estudiantes cotizados marrones en comunidades con una mayor interacción.

Palabras clave: Redes sociales; renta familiar; raza; cuotas.

Introdução

A Análise de Redes Sociais (ARS) ou Social Network Analysis (SNA) faz parte da teoria das redes, desenvolvida a partir da década de 1920 com o intuito de estudar os relacionamentos existentes entre membros de diversos sistemas sociais. Ao longo de seu desenvolvimento, a ARS foi mais tarde aplicada em várias disciplinas como a antropologia, economia, finanças, entre outras. Este movimento de expansão da ARS pode ser verificado tanto em pesquisas acadêmicas como também em trabalhos práticos diversos (Bokhove, 2018; Benzi & Klymko, 2015).

Nos últimos cinco anos vem-se notando uma ampliação da ARS como ferramenta de análise voltada para o ensino, permitindo uma melhor investigação das interações existentes entre alunos. Dentre os estudos realizados pode-se destacar, por exemplo, a verificação de como a posição de estudantes na rede ou a formação de grupos influenciam no desempenho acadêmico (Grunspan, Wiggins, & Goodreau, 2014), como a estrutura de capital social se relaciona com o acesso desigual de recursos educacionais (Choudry, Williams, & Black, 2016), como se dá a dinâmica de interação entre alunos e entre alunos e professores (Bokhove, 2018), ou mesmo estudos sobre como intervenções na aprendizagem socioemocional influenciam na socialização de alunos (Delay et al., 2016).

Embora estes estudos tenham sido observados em diferentes países, nota-se um espaço amplo para a exploração da ARS no Brasil, uma vez que não foram encontrados estudos do gênero voltados às condições específicas do ensino no país, principalmente em relação à questões como diferença de renda, sistema de cotas raciais, entre outros.

Pesquisas realizadas tanto no Brasil quanto no exterior investigam as diferenças sociais na permanência e rendimento acadêmico dos estudantes. No cenário nacional a universalização⁵ e as políticas de cotas⁶ garantem a inserção dos alunos em situação economicamente desfavorável no ensino, entretanto, a sua permanência

5 Políticas que visam assegurar o acesso gratuito ao Ensino Básico.

6 Políticas de cotas são políticas públicas que visam a diminuir a desigualdade socioeconômica, garantindo acesso ao ensino público para grupos de baixa renda, negros, pardos, entre outros. As cotas remetem-se ao número de vagas destinadas a estes grupos.

nem sempre é garantida, visto que fatores como a qualidade da educação básica anterior ao ingresso e outros fatores ligados à vulnerabilidade e discriminação podem influenciar negativamente o desempenho acadêmico. Alguns estudos relacionam fatores sociais (Salles, 2015) e raciais (Flores, & Scorzafave, 2014) ao comprometimento do rendimento escolar, sendo que algumas ações institucionais mitigadoras são ressaltadas, dentre elas, a promoção de relações interpessoais diversificadas (Giersch, Bottia, Mickelson, & Stearns, 2016). Sendo assim, a compreensão sobre os fatores que influenciam a dinâmica e a forma com que os relacionamentos entre alunos são formados, permitem abordagens mais precisas na promoção da equidade.

Por meio desta investigação, propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia integrada de Análise de Rede para o estudo dos relacionamentos formados entre alunos em sala de aula. Esta metodologia ancora-se na aplicação de um conjunto de métricas observadas em pesquisas anteriores, utilizadas para análise de redes de estudantes. A forma de utilização destas métricas foram adaptadas para a investigação sobre a influência da diferença de renda, raça e cota nas relações sociais de estudantes secundaristas do ensino público brasileiro.

A metodologia foi aplicada a uma turma do segundo ano do ensino médio técnico integrado (EMTI), de uma instituição pública federal do estado de Minas Gerais, com o objetivo de testá-la e de propiciar ajustes nos métodos. O foco da aplicação foi a verificação de como questões socioeconômicas se relacionam com a rede de estudo formada pelos alunos.

Como resultado, obteve-se um modelo prático integrado de análise de redes que pode ser replicado em diferentes salas de aula para melhor entendimento dos relacionamentos estudantis, sob os aspectos socioeconômicos dos alunos.

Revisão Teórica

A escola é local de desenvolvimento de relações sociais e costuma ser o primeiro contato com pessoas “diferentes” com as quais a criança costuma interagir. Dessa forma, as ações de integração promovidas nas instituições educacionais interferem em como os relacionamentos interpessoais se desenvolvem (Howarth, & Andreouli, 2015). Há também influência direta na qualidade e no nível de integração entre alunos por parte da localização e do contexto no qual a unidade educacional está inserida, podendo inclusive diminuir a qualidade das relações (Salles, 2015).

Em uma escola frequentada por apenas um tipo de perfil discente devido à baixa diversidade da vizinhança, há poucas oportunidades de contato entre pessoas socialmente distintas. Essa segregação geográfica tem maior impacto negativo sobre os

extratos sociais menos favorecidos, pois o acesso às instituições de ensino é mais restrito (Ihlanfeldt, & Mayock, 2018). As diferentes formas de segregação verificadas na sociedade podem ser encontradas no ambiente escolar. Existem discussões sobre a integração e diversidade na escola sob várias lentes e contextos de diferentes países, por exemplo, a diversidade étnica da vizinhança e o nível de segregação (Vermeij, Van Duij, & Baerveldt, 2009) e políticas excludentes das escolas e o desempenho dos alunos (Treviño, Valenzuela, & Villalobos, 2016). No Brasil, as discussões que abordam questões sociais (Flores, & Scorzafave, 2014) concentram maior enfoque nas universidades.

No contexto da escola sujeita ao seu local, refletindo a sociedade que a cerca, a promoção da inclusão parte da adoção de políticas públicas que visam a redução da desigualdade, como os programas de transferência de renda⁷ (Gonçalves, Menicucci, & Amaral, 2017), a universalização do ensino básico (Gonçalves, & França, 2009) e implantação de cotas (Almeida, & Ernica, 2015), cruciais para o desenvolvimento social e econômico. Para que tais políticas possam surtir os efeitos desejados é necessária uma posição ativa da instituição de ensino em conjunto com a sociedade civil, trazendo para si o papel de agente transformador da sociedade que ela atende (Sobrinho, 2010).

Os programas de inclusão social brasileiros que visam políticas educacionais promovem o acesso ao ensino e diminuição da evasão escolar (Meyer, Dal'Igna, Klein, & Silveira, 2014). As instituições de ensino básico técnico e tecnológico federais possuem desempenho superior a suas equivalentes municipais e estaduais, carregando consigo, enquanto serviço público, os compromissos de inclusão e diversificação (Gonçalves, & França, 2009). Tais instituições aplicam políticas de cotas cuja efetivação depende de ações voltadas à permanência desses alunos vindos de escolas públicas. Outra peculiaridade desse tipo de instituição é que sua qualidade gera maior busca por parte tanto de estudantes vindos do ensino público quanto do privado, tornando a composição da população discente diversificada (econômica, étnica e socialmente).

Análise das Redes Sociais em Sala de Aula

O entendimento das interações sociais existentes entre os alunos em sala de aula vem se tornando um meio de proporcionar informações únicas aos educadores e pesquisadores da área (Grunspan et al., 2014). Como ferramenta para estes estudos,

⁷ Programas públicos de redução da desigualdade social que destinam o pagamento de proventos a famílias em troca de contrapartidas, como a manutenção dos filhos em escolas.

a Análise de Redes Sociais ou ARS (Social Network Analysis), permite assimilar a complexidade das dinâmicas sociais sem que estas sejam reduzidas a agregados de pontuação incapazes de explicar os seus processos interativos (Delay et al., 2016). Isto acontece porque a ARS trabalha com dados relacionais, permitindo o mapeamento de laços interpessoais, dando visibilidade a eles e permitindo que sejam devidamente estudados (Chung, Hossain, & Davis, 2005).

Sobre a aplicação das redes sociais em sala de aula, destaca-se a capacidade de geração de diferenças em termos de oportunidade de aprendizado, balanceando ou desbalanceando o acesso às informações por parte dos alunos (Choudry et al., 2016). Destaca-se ainda a capacidade de influenciar o clima social da classe, podendo ser utilizada para iniciar ou estimular mudanças de comportamento acadêmico e socioemocional dos alunos (van Rijsewijk et al., 2018). Além disso, por meio do entendimento das redes, pode-se trabalhar relações sociais de forma a aumentar a chance de resultados bem-sucedidos com relação ao desempenho estudantil (Delay et al., 2016), bem como atuar na criação de redes de ajuda entre os estudantes (van Rijsewijk et al., 2018). Estes esforços podem resultar em melhor distribuição do capital intelectual em sala de aula (Choudry et al., 2016), melhorando as condições de ensino.

Para que os benefícios da ARS sejam verificados na prática, faz-se necessário antes, entender as características da rede, bem como da melhor abordagem a se adotar para que ela seja estudada (Grunspan et al., 2014). Desta forma, os tópicos seguintes explanam sobre os elementos formadores da rede, os tipos diferentes de rede e as formas utilizadas para sua análise.

Elementos da Rede

As redes sociais (representadas por grafos) são formadas por dois elementos básicos: atores (vértices ou nós da rede) e laços (arestas). Os atores representam elementos como indivíduos, organizações, ou qualquer outra entidade que se conecta a outra (Grunspan et al., 2014). Estes atores formam redes à medida que trocam recursos entre si, mantendo-se então uma relação entre eles, seja de informações, serviços, apoio social, financeiro, entre outros (Chung et al., 2005).

Os atores podem apresentar diferentes características ou atributos que os diferenciam entre si. Estes atributos podem representar, por exemplo, idade, gênero, etnia, nível de escolaridade, classe social (Choudry et al., 2016; Himelboim, Sweetser, Tinkham, Cameron, Danelo, & West, 2016), entre vários outros. Estes atributos podem estar mais ou menos relacionados com a dinâmica de formação de laços

entre os indivíduos, bem como podem ou não sofrer a influência dos laços criados, caso sejam atributos comportamentais, por exemplo (Delay et al., 2016).

Os laços, por sua vez, representam os relacionamentos entre os atores e podem retratar vínculos de amizade, colaboração, entre outros. Os laços podem variar conforme sua força, sendo classificados como laços fracos ou fortes, conforme a intensidade das interações, intimidade e reciprocidade dos atores da rede (Granovetter, 1977).

Tipos de Rede

Uma forma de se categorizar as redes é pelos tipos de atores envolvidos, podendo estes serem considerados como um grupo homogêneo (rede unipartida) ou como dois grupos distintos (rede bipartida) (Chung et al., 2005). A rede unipartida consiste em um grupo único de atores ligados ou não através de laços entre os pares (Chung et al., 2005; Chang, & Tang, 2014). Uma rede que liga aluno a aluno em uma sala de aula pode ser considerada como um exemplo de rede unipartida. O segundo tipo de rede considera as ligações entre dois grupos diferentes de atores ou mesmo entre um conjunto de atores e um conjunto de eventos, como, por exemplo, um conjunto de alunos ligados a seus professores ou às aulas que assistem (Chung et al., 2005; Grunspan et al., 2014).

Outra tipologia utilizada para a categorização das redes está relacionada à direção dos laços existentes entre os atores da rede. Caso o laço apresente uma ligação em duas direções, este deve ser considerado como bidirecional (Li, & Li, 2010). Uma rede baseada em uma atividade de estudo entre alunos pode ser considerada como bidirecional, uma vez que o ato de estudar não possui uma direção específica (Grunspan et al., 2014). Já as redes direcionadas são aquelas em que as ligações possuem uma direção bem determinada (Li, & Li, 2010), ou seja, a direção do laço formado é uma característica relevante. As redes direcionadas podem ser, por exemplo, redes de laços de amizade, em que uma linha dirigida do ator A para o ator B não implica necessariamente em uma linha dirigida do ator B para o ator A (Chung et al., 2005), uma vez que a existência de vínculos de amizade depende da percepção de cada ator.

Além destas classificações, as redes também podem ser divididas em egocêntricas e censitárias. As redes egocêntricas são aquelas estudadas com base em um ator específico denominado ego e os demais atores ligados a ele, denominados alteres (Wu et al., 2016). Desta forma, pode-se dizer que uma rede egocêntrica é um recorte de uma parte da rede presente na localidade imediata do nó estudado (Marsden, 2002), e indica como um indivíduo está ligado a um mundo social externo (Wu et

al., 2016). Em contrapartida, as redes censitárias ou totalitárias são aquelas que consideram os relacionamentos entre todos os membros da rede em uma população limitada (Wellman, 2007).

Utilização da ARS em Sala de Aula

A busca pelo entendimento de como as relações diádicas (interpessoais) influenciam nos resultados educacionais, embora facilitada pelos novos avanços dos estudos de rede, não é necessariamente algo recente, remontando algumas décadas de pesquisas no campo da psicologia e sociologia (Choudry et al., 2016). As relações entre os pares de alunos e a forma como estas mudam seus atributos e suas características comportamentais (Delay et al., 2016) podem, em parte, explicar como a estrutura da rede reproduz relações sociais de poder (Choudry et al., 2016), impactam no desempenho escolar e modificam o clima social da sala de aula (van Rijsewijk et al., 2018). Isto faz com que a ARS ganhe força para o entendimento das relações que moldam o ambiente estudantil, permitindo intervenções com potencial para alterar a rede, melhorar a socialização e buscar resultados bem-sucedidos (Delay et al., 2016).

Para se realizar a análise de uma rede de alunos é importante que os parâmetros de estudo sejam bem definidos, uma vez que as relações entre os alunos podem ser mediadas por questões como gênero, etnia e classe social (Choudry et al., 2016), entre diversas outras características que podem tornar a análise mais rica e consistente. Por meio da definição destes atributos, pode-se, por exemplo, verificar se o posicionamento dos indivíduos na rede possui alguma relação com atributos compartilhados entre eles dada a similaridade de suas influências sociais (Grunspan et al., 2014).

Quanto ao posicionamento dos alunos na rede, este pode dizer muito sobre as características estruturais e relacionais formadas. Matematicamente, o posicionamento está relacionado com a importância dos atores na rede, permitindo então que estes sejam ranqueados através de medidas de centralidade (Benzi & Klymko, 2015) ou autoridade. Estas medidas, por sua vez, permitem capturar a centralidade, o poder, o prestígio ou a influência de um ator, devendo para isso levar em consideração diferentes formas de medição a serem utilizadas, conforme os objetivos avaliados (Bloch, Jackson, & Tebaldi, 2017). Van Rijsewijk et al. (2018), por exemplo, em pesquisa sobre redes de ajuda formadas entre alunos, definem como medida de posicionamento na rede o número de vezes que o aluno é denominado como uma pessoa que presta ajuda. Além disso, os autores medem a centralidade da rede por

meio da distância social de um aluno para os demais, medida pelo comprimento de caminhos não direcionados.

Outra métrica importante para se avaliar ao estudar o conjunto de laços formados por alunos é a densidade da rede. A densidade de uma rede refere-se à relação existente entre o número de laços verificados com o número total de laços possíveis dentro dos limites da rede (van Rijsewijk et al., 2018). A densidade é um fator crítico a ser analisado, uma vez que, se elevada, aumenta a probabilidade de interconexão entre os atores, aumentando o nível de familiaridade, intimidade e consequentemente, a difusão de informações (Luarn, & Chiu, 2016).

O comportamento social dos alunos em sala de aula também pode ser identificado pela segmentação da rede. Uma rede é considerada segmentada quando pode ser dividida em subgrupos, em que os atores pertencentes estão intimamente vinculados entre si (van Rijsewijk et al., 2018). A segmentação está ligada à formação de comunidades na rede, entendidas como clusters ou grupos de atores que mantêm uma relação mais próxima, se comparados a outros da rede. A qualidade ou força deste cluster é tratada pelo coeficiente de clustering, índice que mede a tendência dos atores da rede em formarem grupos (Bedi; Sharma, 2016). Um fator relevante para esta análise é a formação de tríades, representadas pelo entrelaçamento de três atores na rede em que normalmente um deles serve de intermediário para a formação do laço dos outros dois. Em uma sala de aula, por exemplo, a existência de um número elevado de tríades pode indicar uma forte cultura de estudo em grupo (Grunspan et al., 2014).

Metodologia

A realização deste estudo foi dividida em duas fases (Quadro 1). A primeira se concentrou na criação e descrição do método de análise de rede, com base em pesquisas anteriores voltadas à aplicação de métricas da ARS em redes formadas por alunos. Através da averiguação destes estudos foi possível levantar os tipos de análise utilizados em estudos do gênero e selecionar aqueles de maior utilidade para a abordagem proposta. Isto permitiu a criação de um modelo prático para a análise de redes de estudantes, com base em critérios de renda, raça e utilização de cotas sociais.

Quadro 1
Fases metodológicas

Fase 1 – Formulação do modelo	Fase 2 – Teste do modelo
a) Levantamento de pesquisas de ARS realizadas em sala de aula b) Seleção dos métodos e abordagens utilizadas c) Descrição de um modelo prático para a análise de redes em função de renda e cotas raciais	a) Coleta de dados conforme modelo b) Aplicação do modelo de análise proposto na Etapa 1 c) Ajuste do modelo d) Análise dos resultados obtidos com a aplicação do modelo

O levantamento de dados para a criação do modelo foi realizado primeiramente através da revisão da literatura sobre ARS a partir de artigos que obedecessem a dois critérios: utilização da abordagem ARS e aplicação em redes de estudantes. Em um segundo momento, e de posse destes resultados, foram selecionados artigos complementares de abordagem mais ampla, compreendendo redes interindividuais de forma geral. Estes artigos foram avaliados e deles foram extraídas as principais métricas de análise observadas e discutidas no referencial teórico (Quadro 2).

Quadro 2
Métricas de análise

MÉTRICA DE ANÁLISE	AUTORES
Posição na rede e centralidade	Grunspan et al. (2014)
	Choudry et al. (2016)
	van Rijsewijk et al. (2018)
Densidade da rede	Cappella, Neal e Sahu (2012)
	Grunspan et al. (2014)
	van Rijsewijk et al. (2018)
Segmentação	van Rijsewijk et al. (2018)
	Bedi e Sharma (2016)
Força dos laços	Granovetter (1977)
	Chung et al. (2005)

Após o levantamento das métricas, foi formulado um modelo prático para a análise das redes sociais, representando os passos necessários para a realização da pesquisa (Figura 2). Neste modelo foram consideradas tanto as métricas de análise levantadas como também o método para coleta de dados dos estudantes. O método de coleta de dados proposto baseou-se na análise de redes unipartidas e censitárias, ou seja, na análise completa da rede formada por um grupo único de atores (Chung et al., 2005), uma vez que todos os alunos da sala de aula devem ser

mapeados para que a rede seja descrita em detalhes. A utilização de redes censitárias permite a criação de uma imagem mais detalhada da rede, melhorando o processo de formulação de hipóteses, bem como seus testes (Grunspan et al., 2014).

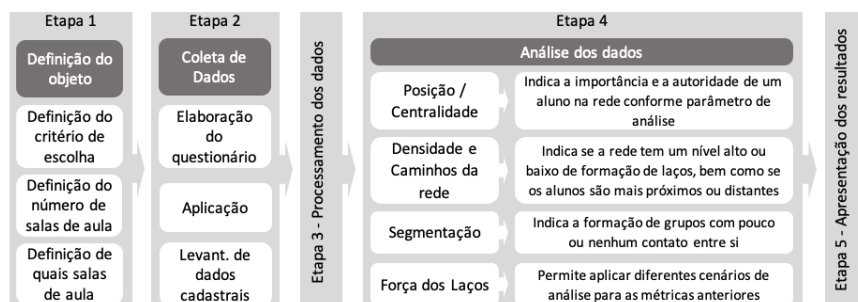


Figura 1 - Modelo prático para análise de rede em sala de aula

A segunda fase se concentrou na realização de um estudo de caso que permitisse o teste do modelo criado em uma aplicação prática. Para tanto, foi selecionada uma sala de aula de alunos do segundo ano do EMTI. A escolha por esta turma se deu devido à aparente existência de alunos socialmente diversificados. Foram coletados os dados de todos os 34 alunos através de um questionário fechado em que eles indicaram seus parceiros na rede de acordo com a seguinte pergunta: “Com quais alunos na turma você considera que tem um relacionamento de estudo próximo?”. Para determinar a força dos laços, foi solicitado que o aluno atribuisse uma nota de um a três para o relacionamento, onde um significa que estudam pouco juntos, dois significa que estudam moderadamente juntos e três significa que estudam muito juntos.

Além das informações coletadas por questionário, também foram levantados dados sobre o perfil socioeconômico dos alunos. Estes dados foram obtidos através de formulários de cadastro da instituição analisada e compreendem: a renda familiar, a raça autodeclarada e a condição de entrada (cotista ou não cotista). Os dados foram então processados através do software Gephi, versão 0.9.2 e analisados quantitativa e qualitativamente.

Apresentação e Análise dos Resultados

O procedimento de coleta de dados utilizado permitiu levantar informações básicas relacionadas à renda familiar, raça, situação de entrada e sexo para todos os 34 alunos da turma estudada. As características mais pertinentes estão resumidas na Tabela 1. Além disso, duas características adicionais foram levantadas: a presença de um aluno monitor de estudos, indicado na rede com a letra A e uma aluna com deficiência auditiva representada pelas letras AE.

Tabela 1
Características da classe de aula

Característica	Tipo	Alunos	%
Sexo	Masculino	23	67,6%
	Feminino	11	32,4%
Raça	Brancos	21	61,8%
	Pardos	12	35,3%
	Negros	0	0,0%
	Não informados	1	2,9%
Entrada	Ampla concorrência	17	50,0%
	Cotas	17	50,0%
Característica	Faixa em salários mínimos (S/L)	Alunos	Percentual
Renda Familiar	$SL \leq 2$	10	29,4%
	$2 < SL \leq 4$	14	41,2%
	$4 < SL \leq 6$	5	14,7%
	$6 < SL \leq 8$	3	8,8%
	$SL > 8$	2	5,9%

Nota. No Brasil, a classificação de raça parda é destinada a indivíduos com mistura de diferentes tons de pele. Com relação à entrada, essa se remete a forma de acesso ao ensino. Em processos seletivos, algumas vagas são destinadas à ampla concorrência e outras reservadas para cotistas que compreendem negros, pardos ou candidatos de baixa renda.

Analisando-se as características da classe de aula, nota-se um desbalanceamento quanto ao sexo dos alunos, sendo em sua maioria mulheres (67,6%). Observou-se também que dentre os 34 alunos, não existem negros autodeclarados, embora a turma seja bem distribuída quanto ao número de cotistas e não cotistas.

Quanto às características relacionais de estudo entre os alunos, estas são demonstradas pelo desenho da rede ou “grafo” na Figura 2, bem como pelo levantamento das estatísticas gerais da rede (Tabela 2). A rede de relacionamento de estudo levantada compreende um grafo agrupado em cinco diferentes comunidades de interação, formado por laços direcionados com três diferentes pesos. Os pesos

são representados na figura pela largura das arestas entre os nós, onde os laços mais fortes são os de maior espessura.

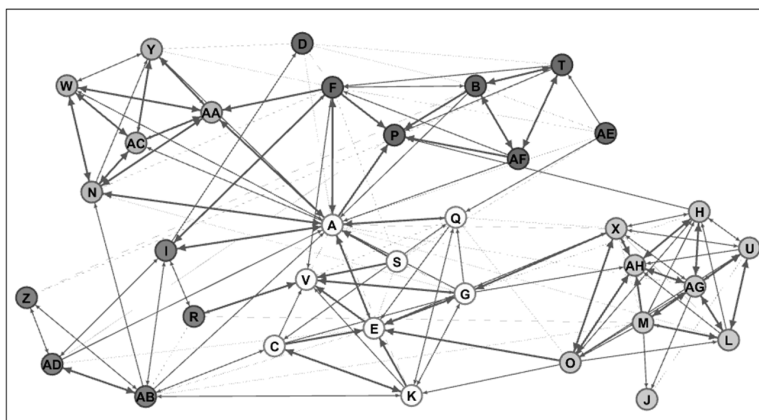


Figura 2 - Grafo representativo da rede levantada

Tabela 2
Estatísticas gerais da rede

Conjunto de Métricas	Estatística	Significado	Cenários	
			Todos os laços	Laços fortes
Posição e centralidade	Grau médio	Número médio de conexões que os alunos possuem.	6,324	2,088
	Grau médio ponderado	Número médio de conexões considerando o peso do laço (1, 2 e 3).	13,029	-
Densidade e caminhos da rede	Densidade do grafo	Número de conexões existentes em relação ao total de conexões possíveis.	0,192	0,063
	Diâmetro da rede	Maior distância entre alunos medidas pelo número de laços necessários para interligá-los.	4	8
	Comprimento médio do caminho	Média da distância entre alunos.	2,235	2,906
Segmentação	Modularidade	Mostra o quanto uma rede pode ser dividida em comunidades.	0,478	0,316
	Coefficiente de clustering médio	Mostra o nível de agrupamento da rede pela possibilidade de formação de novas triádes fechadas.	0,521	0,364
	Componentes concetados	Número de grupos isolados em uma rede.	1	6

Além das estatísticas gerais da rede, também foram avaliadas estatísticas específicas de cada nó, como a autoridade, que representa a capacidade de um aluno em se ligar com outros alunos vinculados a partes diferentes da rede, a centralidade de autovetor, que representa a centralidade da posição do aluno na rede, bem como o coeficiente de clustering por nó, que representa o quão próximo seus vizinhos na rede estão de formarem cliques (subgrafos totalmente conectados).

Análise da Posição e Centralidade

Analisando-se o grau médio da rede, nota-se que os alunos possuem uma média de 6,3 laços de estudo. Quando analisados somente os laços fortes, este valor decai para 2,09, o que indica uma propensão muito menor para o estabelecimento de vínculos mais próximos entre os alunos. A distribuição de laços na rede não obedece a um padrão homogêneo, o que configura diferentes níveis de autoridade conforme apresentado na Figura 3. Ao analisar o grafo, nota-se que os dois alunos de maior autoridade na rede possuem a renda familiar de até dois salários mínimos, enquanto os alunos com renda familiar maior ou igual a oito salários não possuem valores elevados de autoridade. Neste caso, deve-se ressaltar que o aluno de maior autoridade foi identificado como monitor da turma, estando o resultado dentro das expectativas da análise, dada a sua maior interação com a classe.

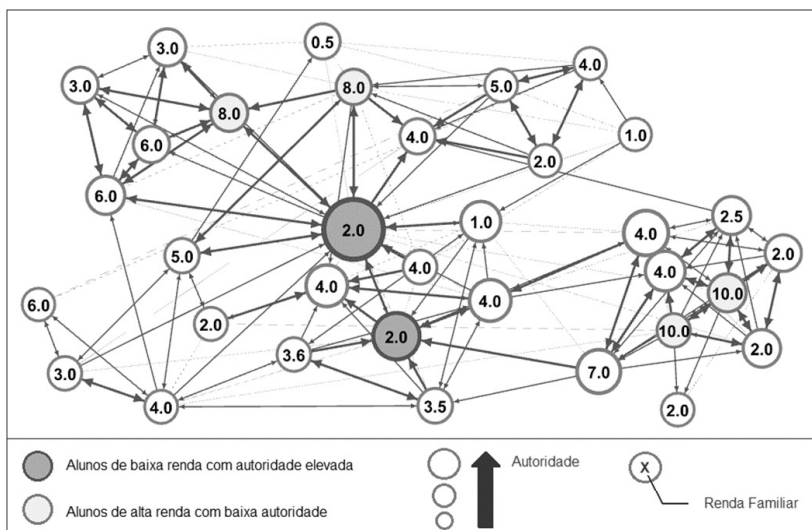


Figura 3 - Distribuição da autoridade na rede

Quanto à forma de entrada na instituição, pode-se perceber que os alunos não cotistas possuem o nível de autoridade e centralidade de autovetor menos concentrado, atingindo níveis maiores que os alunos cotistas (Gráfico 1). Isso indica que os alunos não cotistas podem apresentar uma maior facilidade de se conectarem com diferentes partes da rede, e que esses ocupam posições de maior relevância, no que diz respeito ao número de vínculos formados por eles e por seus vizinhos.

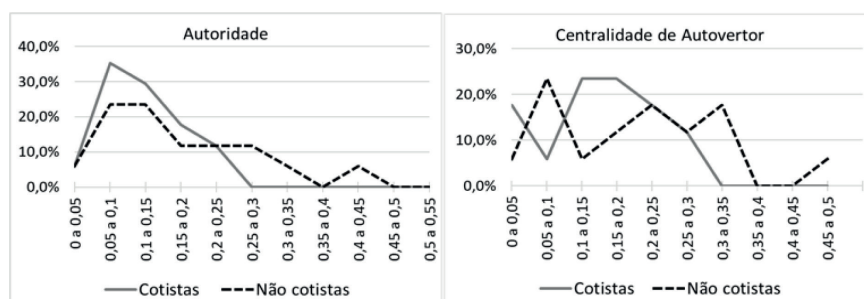


Gráfico 1 - Autoridade e centralidade com relação à forma de entrada

Nota. Em ambos os gráficos, os alunos não cotistas possuem uma distribuição maior com relação aos índices de autoridade e centralidade apresentados no eixo "x" dos gráficos. Nos dois casos pode-se observar que as faixas de maior índice de autoridade e centralidade de autovetor são ocupadas por alunos não cotistas.

Com relação à raça, pode-se observar também que, entre os 10 alunos de maior autoridade, oito são autodeclarados brancos e apenas dois pardos. O mesmo não acontece com os 10 alunos de menor autoridade, em que os autodeclarados pardos somam um total de seis alunos. O Gráfico 2 demonstra uma distribuição maior dos alunos brancos nos maiores níveis de autoridade e de centralidade de autovetor, em função dos pardos.

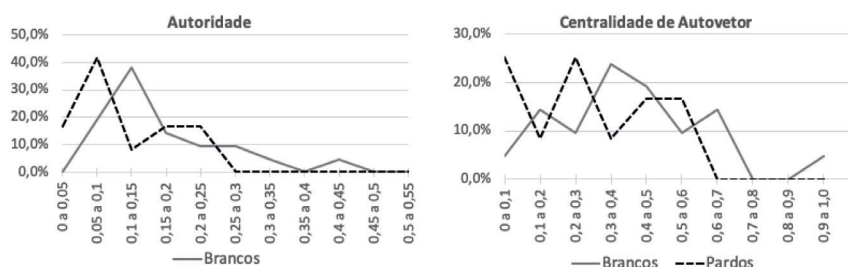


Gráfico 2 - Autoridade e centralidade com relação à raça.

Nota. Em ambos os casos, os alunos brancos ocupam as maiores posições com relação a autoridade e a centralidade de autovetor, representadas pelo eixo "x" dos gráficos.

Análise da Densidade e Caminhos da Rede

A análise da densidade da rede indica que 19,2% dos laços possíveis entre os alunos foram firmados, o que indica uma densidade aparentemente elevada, independentemente de raça, meio de entrada ou renda. Porém, esta densidade considera desde os laços mais fracos até os laços mais fortes, o que pode englobar tanto as relações esporádicas de trabalhos em grupo como grupos firmados de estudo. Limitando o foco de análise e considerando apenas os laços fortes de estudo formados entre os alunos, a densidade da rede é de 6,3%, ou seja, aproximadamente três vezes menor que a densidade da rede como um todo.

O fato de a densidade da rede ser elevada, somado a um comprimento médio do caminho de 2,235 indica uma grande proximidade entre os alunos, sendo que o maior caminho existente, representado pelo diâmetro da rede, é de quatro arestas. Embora o caminho médio possa ser considerado curto, se analisados apenas os laços fortes indicados pelos alunos, o caminho médio sobe para 2,906, com um diâmetro de oito. Isto indica que, embora os alunos sejam próximos, um maior fluxo de informações entre eles é mais difícil de ser observado e alguns alunos podem ser prejudicados com relação aos estudos.

Análise de Segmentação

A segmentação da rede foi analisada em duas etapas: considerando-se todos os tipos de laços formados entre os alunos e considerando-se apenas os laços fortes existentes na rede (de peso 3). No primeiro caso, através da análise de modularidade, pode-se observar uma rede sem segmentação, resultando em um índice de componentes conectados igual a um. Isso significa que todos os alunos estão conectados de alguma forma. Além disso, a rede pode ser dividida em cinco comunidades (Figura 4), onde os fluxos de interações entre os laços são mais intensos. Como o coeficiente de clustering médio é de 0,521, pode-se dizer que existe uma forte proximidade dentro das comunidades formadas e que a capacidade de formação de novos laços é elevada. Isto significa que os grupos de alunos apresentam boas tendências para a ampliação de seus laços dentro das comunidades e para a melhoria do fluxo de estudos.

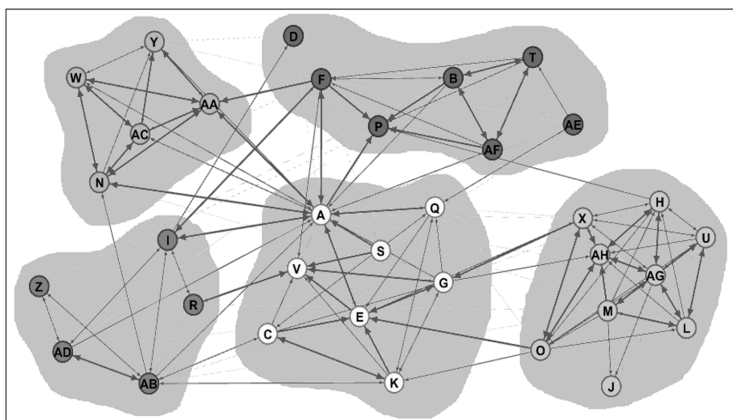


Figura 4 - Comunidades da rede

Uma questão importante sobre a formação de comunidades na classe de aula estudada, considerando todos os tipos de laços, é de que todas elas possuem uma mistura de elementos, tanto no que tange a raça autodeclarada, a renda e a forma de entrada na instituição (cotista e não cotista). Isto significa que existe um padrão de diversidade nas comunidades analisadas indicando certo grau de interação entre os estudantes sem uma aparente distinção.

Por outro lado, analisando-se a segmentação apenas através dos laços fortes, a representação da rede sofre uma mudança radical. Isso acontece, pois nem todos os alunos na rede estão vinculados a outros por meio destes laços, resultando em um índice de componentes conectados igual a seis, ou seja, existem seis grupos que não estão conectados entre si (Figura 5). Assim, embora todos os estudantes da rede estejam de alguma forma conectados, existem alunos com dificuldade em formar laços fortes de estudo, ou mesmo com dificuldades para transformar os laços de menor intensidade em laços mais intensos.

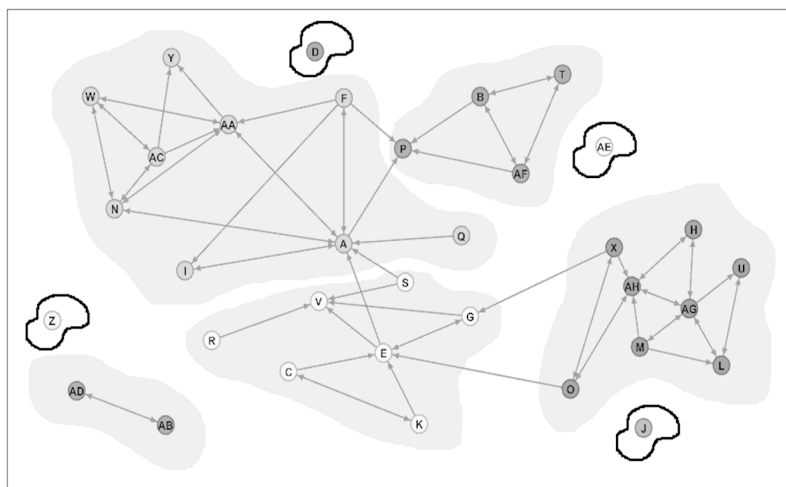


Figura 5 - Segmentação de redes de laços fortes

Dentre os alunos isolados, algumas características podem ser ressaltadas: (1) Dos quatro alunos que não possuem laços fortes, dois são autodeclarados brancos e dois são autodeclarados pardos. (2) Todos os quatro alunos são cotistas. (3) Três dos quatro alunos possuem renda familiar de até dois salários mínimos. (4) Um dos alunos é deficiente auditivo, o que pode influenciar na formação de laços fortes, dados os desafios de linguagem.

Analisando-se o coeficiente de *clustering* de cada aluno na rede, pode-se dizer que há uma maior proporção de pardos com coeficientes mais robustos que de brancos (Gráfico 3), sendo que a média dos pardos é igual a 0,71 enquanto a dos brancos é igual a 0,59. Da mesma forma, a proporção de alunos cotistas que apresentam maiores coeficientes de *clustering* é maior se comparada aos não cotistas. A média de coeficiente dos cotistas é de 0,66 enquanto a de não cotistas é de 0,59. Estes valores indicam que os alunos pardos e cotistas, em proporção, se agrupam mais em comunidades da rede que apresentam maior grau de interação relacionado a atividades de estudo. Isto pode, por um lado, indicar uma maior necessidade de participação em grupos de estudo por parte destes alunos e, por outro, indicar uma maior independência de alunos brancos e não cotistas. Com relação à diferença de renda (Gráfico 4), nota-se uma leve diminuição do coeficiente de *clustering* conforme se aumenta a renda familiar dos alunos, corroborando com os dados de raça autodeclarada e de cotas.

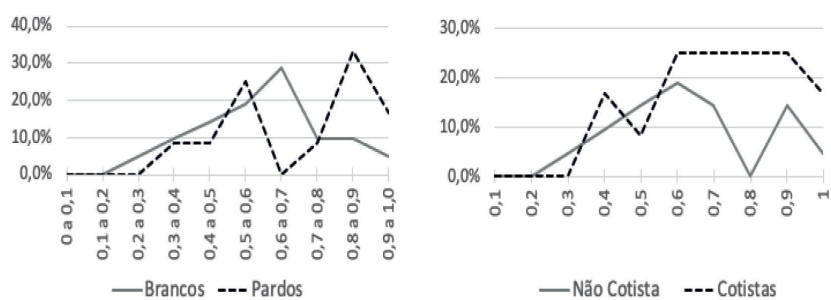


Gráfico 3 - Coeficiente de clustering por raça e meio de entrada.

Nota. Ambos os gráficos representam a distribuição de alunos quanto ao seu coeficiente de clustering, (eixo "x"). No primeiro gráfico, os alunos são divididos quanto à raça autodeclarada, e no segundo, quanto à utilização ou não de cotas sociais para a entrada na instituição. Os gráficos demonstram uma maior concentração de alunos pardos e cotistas em faixas de maior coeficiente de clustering.

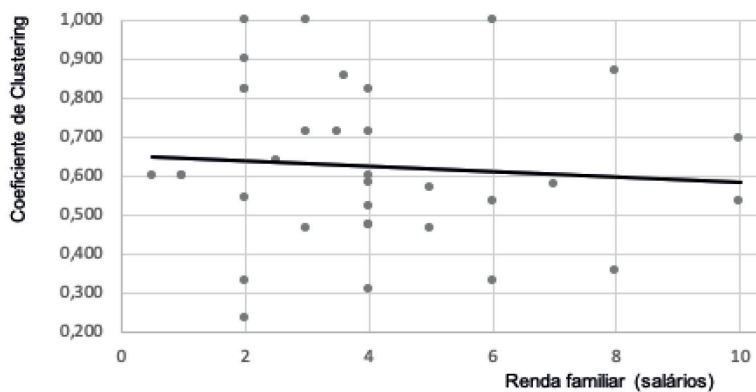


Gráfico 4 - Coeficiente de clustering por raça e meio de entrada.

Nota. O gráfico apresenta a distribuição cruzada entre a renda familiar dos alunos e o seu coeficiente de clustering. A linha de tendência traçada revela uma diminuição do coeficiente de clustering conforme aumento da renda familiar.

Discussão

No teste realizado a aplicação da metodologia proposta proporcionou um entendimento diferenciado das relações de estudo existentes em sala de aula, as quais dificilmente poderiam ser observadas de maneira não pragmática (Chung, Hossain, & Davis, 2005). Isso se torna importante uma vez que as relações sociais são, em grande parte, responsáveis pelos resultados de desempenho estudantil e que o acesso desigual ao conhecimento pode criar impactos negativos para os alunos (Choudry, Williams, & Black, 2016).

Os resultados das observações realizadas como a heterogeneidade da rede, a densidade baixa, a segmentação e o isolamento, são informações importantes

que, se bem utilizadas, podem contribuir para a diminuição da segregação em sala de aula (Delay et al., 2016). Uma rede mais densa e com menos segmentações permite melhorar o desempenho estudantil, o que pode ser conseguido através de intervenções proativas (van Rijsewijk, Oldenburg, Snijders, Dijkstra, & Veenstra, 2018). Além disso, a posição dos alunos na rede apontada pelo teste pode abrir caminhos para a interpretação de seu desempenho, uma vez que, de acordo com Grunspan et al. (2014), estes dois fatores encontram-se intimamente relacionados.

Uma questão importante verificada na aplicação da metodologia é que existem vantagens na utilização de fatores sociais como renda ou etnia associados aos estudos de ARS em sala de aula. Isso se dá, pois, a complexidade de seu contexto social (van Rijsewijk, Oldenburg, Snijders, Dijkstra, & Veenstra, 2018) é influenciada por estes fatores, modificando a forma como o capital social é distribuído na sala de aula (Choudry, Williams, & Black, 2016). Desta forma, para a interpretação dos resultados, deve-se verificar não somente os dados oriundos da análise da rede, mas também o contexto social onde ocorrem. Portanto, devem ser consideradas políticas e programas sociais (Meyer, Dal'Igna, Klein, & Silveira, 2014), fatores geográficos (Ihlanfeldt, & Mayock, 2018), entre outros.

É importante ressaltar que este estudo compreende a apresentação e teste de uma metodologia criada para realizar o diagnóstico de laços de estudo formados em sala de aula. Isto não implica na confirmação de teorias sobre a realidade social das turmas e sim na formação de uma base matemática de análise que pode ser utilizada para estes fins.

Conclusão

Este artigo apresentou em seu desenvolvimento a criação e aplicação de uma metodologia integrada para a análise de redes de relacionamento com o uso voltado para o exame de salas de aula brasileiras de ensino médio. A metodologia possibilitou a junção entre as técnicas de análise de redes sociais e características socioeconômicas importantes no meio acadêmico como renda familiar, raça autodeclarada e o uso de cotas. Para isso, foram utilizados quatro principais conjuntos de métricas: posição e centralidade, densidade e caminhos da rede, segmentação e força dos laços. Isto propiciou a elaboração de um modelo prático de análise do relacionamento entre alunos com fins voltados ao estudo.

Através do teste do modelo foi possível confirmar o alcance das análises propostas e discutir a relevância e os limites do resultado. A análise da força dos laços permitiu observar a rede por dois vieses diferentes, um baseado em todos os vínculos existen-

tes e outro considerando apenas laços de maior interação entre alunos. Esta análise se mostrou importante, pois possibilitou verificar alunos que, embora vinculados a rede, não possuíam um nível alto de relacionamento. Essa abordagem corrobora a análise da densidade e caminhos da rede uma vez que, embora a rede demonstre uma taxa considerável de formação de laços, a maioria não correspondia a laços de grande interação. Essa característica pode penalizar o fluxo de informações relativas a questões de estudo entre os alunos.

A verificação da posição e centralidade proporcionou entender como se dá a distribuição de hierarquia na rede, bem como o nível de centralidade dos alunos. O teste desta métrica forneceu achados importantes para a classe estudada como a heterogeneidade da rede e a ocupação das maiores posições de autoridade e centralidade por alunos não cotistas e brancos. Além disso, pôde ser verificado que as duas posições de maior autoridade na rede são ocupadas por alunos de baixa renda.

O estudo da segmentação proporcionou dados interessantes sobre a sala de aula. Foram ressaltadas cinco comunidades com uma capacidade elevada de formação de novos laços de estudo. Foi possível verificar também a eficácia do método para encontrar alunos com menor interação e suas características. No teste foi possível verificar quatro alunos cotistas isolados na rede quando analisados apenas os laços fortes. Além disso, foi possível verificar que alunos pardos e cotistas se agruparam em comunidades com maior interação.

Embora a metodologia de análise tenha apresentado informações valiosas sobre a turma analisada, duas ressalvas importantes devem ser feitas. Primeiramente, o teste da metodologia se limitou ao entendimento de uma sala de aula isoladamente, não podendo seus resultados serem generalizados, uma vez que os padrões de interação e as informações socioeconômicas podem variar conforme o ambiente estudado. Em segundo lugar a metodologia foi idealizada de forma transversal, sendo que para a sua aplicação em um estudo longitudinal podem ser necessárias adaptações. Assim, como propostas de novos estudos pode-se indicar pesquisas quantitativas com uma base amostral relevante, englobando várias salas de aula de forma a garantir a generalização dos achados de forma estatística. Além disso, propõe-se também a realização de estudos longitudinais que comparem as modificações da rede ao longo do tempo por meio da metodologia criada.

Agradecimentos

A realização deste estudo foi motivada pelas atividades realizadas para o curso de pós-graduação em docência do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, campus de Arcos, ao qual deve ser direcionado o devido agradecimento. Além disso, ressalta-se o apoio do IFMG campus Congonhas para a elaboração da pesquisa, em especial do departamento de Engenharia de Produção.

Referências

- Almeida, A. M. F., & Ernica, M. (2015). Inclusão e segmentação social no ensino superior público no Estado de São Paulo (1990-2012). *Educação & Sociedade*, 36(130), 63-83. doi: 10.1590/ES0101-73302015139672
- Bedi, P., & Sharma, C. (2016). Community detection in social networks. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 6(3), 115-135. doi: 10.1002/widm.1178
- Benzi, M., & Klymko, C. (2015). On the limiting behavior of parameter-dependent network centrality measures. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 36(2), 686-706. doi: 10.1137/130950550
- Bloch, F., Jackson, M. O., & Tebaldi, P. (2017). *Centrality measures in networks*. Disponível em SSRN 2749124. doi: 10.2139/ssrn.2749124
- Bokhove, C. (2018). Exploring classroom interaction with dynamic social network analysis. *International Journal of Research & Method in Education*, 41(1), 17-37. doi: 10.1080/1743727X.2016.1192116
- Cappella, E., Neal, J. W., & Sahu, N. (2012). Children's agreement on classroom social networks: cross-level predictors in urban elementary schools. *Merrill-Palmer Quarterly* 58(3), 285-313. Disponível em <https://link.galegroup.com/apps/doc/A297138177/AONE?u=ifmg&sid=AONE&xid=f93f0ef4>
- Chang, C., & Tang, C. (2014). Community detection for networks with unipartite and bipartite structure. *New Journal of Physics*, 16(9), 093001. doi:10.1088/1367-2630/16/9/093001
- Choudry, S., Williams, J., & Black, L. (2017). Peer relations and access to capital in the mathematics classroom: A Bourdieusian social network analysis. *British Journal of Sociology of Education*, 38(7), 1037-1053. doi: 10.1080/01425692.2016.1245129
- Chung, K. K., Hossain, L., & Davis, J. (2005, November). Exploring sociocentric and egocentric approaches for social network analysis. In *Proceedings of the 2nd international conference on knowledge management in Asia Pacific* (pp. 1-8).
- Delay, D., Zhang, L., Hanish, L. D., Miller, C. F., Fabes, R. A., Martin, C. L., ... & Updegraff, K. A. (2016). Peer influence on academic performance: A social network analysis of social-emotional intervention effects. *Prevention Science*, 17(8), 903-913. doi: 10.1007/s11121-016-0678-8

- Flores, R. M. V., & Scorzaface, L. G. D. S. (2014). Effect of racial segregation on proficiency of Brazilian elementary school students. *Economia*, 15(1), 20-29. doi: 10.1016/j.econ.2014.03.001
- Giersch, J., Bottia, M. C., Mickelson, R. A., & Stearns, E. (2016). Exposure to School and Classroom Racial Segregation In Charlotte-Mecklenburg High Schools and Students' College Achievement. *Education policy analysis archives*, 24(32). doi: 10.14507/epaa.v24.2123
- Gonçalves, F. O., & França, M. T. A. (2008). Transmissão intergeracional de desigualdade e qualidade educacional: avaliando o sistema educacional brasileiro a partir do SAEB 2003. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 16(61), 639-662.
- Gonçalves, G. Q., Menicucci, T. M. G., & Amaral, E. F. (2017). Diferencial educacional entre beneficiários e não beneficiários do Programa Bolsa Família. *Cadernos de pesquisa*, 47(165), 770-795.
- Granovetter, M. S. (1977). The strength of weak ties. In *Social networks*, 78, 347-367. doi: 10.1016/B978-0-12-442450-0.50025-0
- Grunspan, D. Z., Wiggins, B. L., & Goodreau, S. M. (2014). Understanding classrooms through social network analysis: A primer for social network analysis in education research. *CBE - Life Sciences Education*, 13(2), 167-178. doi: 10.1187/cbe.13-08-0162
- Himmelboim, I., Sweetser, K. D., Tinkham, S. F., Cameron, K., Danelo, M., & West, K. (2016). Valence-based homophily on Twitter: Network analysis of emotions and political talk in the 2012 presidential election. *New media & society*, 18(7), 1382-1400. doi: 10.1177/1461444814555096
- Howarth, C., & Andreouli, E. (2015). 'Changing the context': Tackling discrimination at school and in society. *International Journal of Educational Development*, 41, 184-191. doi: 10.1016/j.ijedudev.2014.06.004
- Ihlanfeldt, K., & Mayock, T. (2018). School segregation and the foreclosure crisis. *Regional Science and Urban Economics*, 68, 277-290. doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2017.12.003
- Li, Z., & Li, B. (2004, March). Network coding in undirected networks. In *Proceedings of the 38th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS)*. 257-262.
- Luarn, P., & Chiu, Y. P. (2016). Influence of network density on information diffusion on social network sites: The mediating effects of transmitter activity. *Information Development*, 32(3), 389-397. doi: 10.1177/0266666914551072
- Marsden, P. V. (2002). Egocentric and sociocentric measures of network centrality. *Social networks*, 24(4), 407-422. doi: 10.1016/S0378-8733(02)00016-3
- Meyer, D. E., Dal'Igna, M. C., Klein, C., & da Cunha Silveira, C. (2014). Políticas públicas: imperativos e promessas de inclusão social. *Ensaio*, Rio de Janeiro, 22(85), 1001-1026.
- Salles, L. M. F. (2015). Social inclusion of young people from the most disadvantaged social strata of the population in their community and school. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 2543-2548. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.929
- Sobrinho, J. D. (2010). Democratização, qualidade e crise da educação superior: faces da exclusão e limites da inclusão. *Educação & Sociedade*, 31(113), 1223-1245. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>
- Treviño, E., Valenzuela, J. P., & Villalobos, C. (2016). Within-school segregation in the Chilean school system: What factors explain it? How efficient is this practice for fos-

- tering student achievement and equity? *Learning and Individual Differences*, 51, 367-375. doi: 10.1016/j.lindif.2016.08.021
- van Rijsewijk, L. G. M., Oldenburg, B., Snijders, T. A. B., Dijkstra, J. K., & Veenstra, R. (2018). A description of classroom help networks, individual network position, and their associations with academic achievement. *Plos one*, 13(12), e0208173. doi: 10.1371/journal.pone.0208173
- Vermeij, L., Van Duijn, M. A., & Baerveldt, C. (2009). Ethnic segregation in context: Social discrimination among native Dutch pupils and their ethnic minority classmates. *Social Networks*, 31(4), 230-239. doi: 10.1016/j.socnet.2009.06.002
- Wellman, B. (2007). Challenges in collecting personal network data: The nature of personal network analysis. *Field Methods*, 19(2), 111-115. doi: 10.1177/1525822X06299133
- Wu, Y., Pitipornvivat, N., Zhao, J., Yang, S., Huang, G., & Qu, H. (2015). Egoslides: Visual analysis of egocentric network evolution. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 22(1), 260-269. doi: 10.1109/TVCG.2015.2468151