

# **Emergência de Redes Sociais numa sala de aula de Física, por critérios sociométricos**

## **Social Network emergency in a Physics classroom by sociometric criteria**

**Ernani V. Rodrigues**

FEUSP – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo  
ernanivr@usp.br

**Maurício Pietrocola**

FEUSP – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo  
mpietro@usp.br

### **Resumo**

Este estudo apresenta a utilização de critérios sociométricos para investigação da emergência de estruturas sociais em sala de aula, na perspectiva da Análise de Rede Sociais (ARS). Utilizamos a técnica sociométrica de levantamento e representação de Redes Sociais e apresentamos um estudo de caso onde fazemos uso dessa ferramenta com um grupo de alunos do Ensino Médio (N = 28). Confrontamos o uso da ARS com uma descrição situacional da atividade desenvolvida e mostramos a emergência de uma estrutura de Rede Social para aquela sala e discutimos a ocorrência de contradições entre como alguns dos alunos se veem em relação ao grupo e como é localização dos mesmos na rede emergente.

**Palavras chave:** estruturas sociais, redes sociais, sociometria

### **Abstract**

This study shows the usage of sociometric criteria for investigating classroom social structures emergency under the SNA (Social Network Analysis) perspective. We used the sociometric technique for surveying and representing Social Network and we show a case study in which the sociometric tool is used in a high school students group (N=28). We confront the SNA with a situational description of the activity to show an emergency of a Social Network structure for that classroom and we discuss the contradictions between how some students see themselves regarding the group and what are their position in the emerged network.

**Key words:** social network, social structures, sociometry

## Introdução

A teia das relações interpessoais de um grupo estabelece uma estrutura que não pode ser observada diretamente. Mas não é possível negar que as relações interpessoais ocorram. Nem que elas influenciam os indivíduos. E dessa forma, um conjunto de pessoas interagindo difusa e mutuamente promove uma estrutura social que influencia e é influenciada pelos indivíduos.

Devido à importância da relação indivíduo/grupo, trabalhos ocuparam em representar graficamente o emaranhado de relações interpessoais, datam da primeira metade do século XX, como a proposta de uma psicologia topológica (LEWIN, 1938) e a proposta de uma sociometria (MORENO, 1939). Mas as vantagens em se representar explicitamente as estruturas sociais emergentes, permitiram que esse programa de pesquisa atravessasse o tempo e evoluísse para o que hoje é estabelecido como Análise de Redes Sociais (ARS), conforme descrevem Freeman (2004) e Scott (2011), em suas revisões históricas.

O programa de pesquisa da ARS e suas aplicações em estudos da sociologia de grupos é algo ressaltado por Borgatti (2009) que, ao recuperar a sociometria de Moreno, chama a atenção para o fato de essa técnica permitir que a estrutura social abstrata se torne tangível. Borgatti (ibid) ainda rebate a crítica de que o uso da ARS seria meramente descritivo ou que não passaria de uma metodologia. O contraponto de Borgatti às críticas quanto ao uso da ARS é que, embora do ponto de vista matemático, as relações entre dois elementos numa rede são um par, apenas, socialmente essas relações tem sentido social. Podem representar similaridades, interações ou fluxo entre indivíduos. Isso faz com que na ARS, o conceito de estrutura vem contrastar com a sociologia tradicional. Enquanto tradicionalmente, a sociologia se ocupava em explicar observações do indivíduo a partir de outras características do mesmo indivíduo, na ARS o ambiente social é a fonte explanatória para estrutura emergente.

Dessa forma, a asserção inicial deste trabalho implica em tomarmos a sala de aula como locus de investigação educacional, e tomarmos como *grupo* não apenas o conjunto de  $N$  indivíduos presentes, mas incluindo o conjunto de  $M$  relações interpessoais estabelecidas para, a partir daí, observarmos os padrões estruturais emergentes e interpretarmos-los à luz do ambiente social da sala de aula. E isso nos permite tornar explícita a questão de pesquisa deste trabalho: *Qual é a Rede Social que emerge, a partir de um critério sociométrico em uma sala de aula de Física do Ensino Médio, e como o contexto dessa emergência se relaciona às localizações topológicas dos alunos na rede?*

## Quadro teórico

A utilização da análise de Redes para solução de problemas complexos é documentada como tendo sido proposta pelo matemático Leonhard Euler, ao solucionar o problema das sete pontes de Königsberg (GRIBKOVSKAIA, HALSKAU e LAPORTE, 2007). A solução de Euler inaugura, ainda no século XVIII, o que hoje é conhecido como teoria dos grafos, que permite a análise matemática das Redes Complexas, de uma maneira geral, o que inclui a ARS.

Embora o discurso popular coloque as Redes Sociais como referentes a aplicativos e plataformas digitais, que por seu turno promovem estruturas de relações interpessoais no ciber mundo<sup>1</sup>, as estruturas sociais de grupos no mundo físico, onde indivíduos estejam co-presentes são as Redes Sociais que estamos interessados em modelar na sala de aula de Física.

A utilização da ARS aparece como metodologia de investigação em uma sorte de trabalhos de pesquisa em educação científica, especialmente com a utilização do ciber mundo como fonte de evidências. As relações interpessoais, em ambientes virtuais, ficam registradas como informações computacionais em servidores. É o que Pucinelli e Giordan (2017) exploram ao utilizarem a ARS para analisar as relações entre participantes de fóruns, em um curso de formação de professores, ressaltando a centralidade do professor e do cursista naquela estrutura social, em reação aos demais participantes. Também Martinez et al (2003) trabalham a Rede Social de um grupo de estudantes a partir de *logs* de registro de discussões via computador, com alunos de graduação.

Apoiados pelos mesmos fundamentos teóricos, nossa utilização da ARS se difere desses trabalhos por buscarmos as redes emergente do mundo físico, de uma sala de aula regular. Por isso, retomaremos a ARS à guiza do teste sociométrico (LIRA, CERQUEIRA, e GOMES, 2016; MORENO, 1934) feito por critérios de escolhas espontâneas. Essas escolhas consistem em pedir que o estudante responda perguntas do tipo “*Quem são os colegas da sala com quem você gosta de fazer trabalhos escolares?*”. Assim, uma escolha feita pelo estudante se torna uma afiliação social em relação aos colegas da sala de aula. Isso permite construir uma rede direcionada, onde um aluno pode escolher colegas e pode ser ou não escolhido mutuamente por eles.

A sociometria de Moreno e de seus sucessores, numa analogia com a Física, utiliza noções como átomo social, gravitação e repulsão sociais. Moreno estava interessado em estudar fatores aglutinadores e disruptivos para desenvolver seus atos terapêuticos de grupo (IUNES e CONCEIÇÃO, 2017). No presente estudo, nós abrimos mão dos critérios de escolha disruptivos, do tipo “*quem são os colegas da sala com quem você nunca andaria no intervalo?*”. E essa opção se deu para que a pesquisa em si não fosse um elemento fomentador de forças disruptivas daquela sala de aula pesquisada, num compromisso ético com a coesão daqueles alunos.

Com isso, a ARS nos permite explorar aspectos da dimensão social do processo de aprendizagem de ciências, uma vez que, ao buscarmos critérios de aglutinação e afiliação, provocando escolhas espontâneas dos alunos, estimulamos a emergência de uma Rede Social, na forma de um grafo, permitindo a análise de características estruturais da rede, ampliando nossa compreensão sobre a complexidade das afiliações interpessoais da sala de aula.

## **Sobre a teoria dos grafos e a ARS**

Martínez-López, Perez e Sánchez-Vizcaíno (2009), propõem que uma Rede Social possa ser representada de três formas: pode ser um conjunto de elementos relacionados par a par do tipo

---

<sup>1</sup>Ciber mundo como o mundo digital de relações e interações virtuais, feitas por computador, tablets, smartphones ou outros.

$G = \{(v_i, v_j)\}$ , no qual  $v_i$  e  $v_j$  são os vértices do grafo (ou rede)  $G$ , ou seja, os alunos da sala de aula e o par  $(v_i, v_j)$  é uma aresta do grafo  $G$ , ou seja, uma relação ou afiliação entre esses dois alunos (Figura 01, superior); por um diagrama contendo os vértices e as arestas de  $G$ , explicitando visualmente a estrutura do grafo (Figura 01, inferior à esquerda); ou ainda por uma matriz de adjacências, na qual linhas e colunas designam os vértices do grafo (os alunos) e a afiliação/associação entre os alunos são representadas por 1 ou 0 (Figura 01, inferior, à direita).

Existem variações das representações da Rede Social. Duas principais são: (a) o grafo pode ser direcionado, permitindo análise de escolhas mútuas, do tipo “*A01 escolhe A03 e A03 também escolhe A01*”, fazendo com que a matriz de adjacências não seja simétrica, e a representação gráfica tenha orientação na forma de setas e (b) as arestas podem ter pesos, semelhante a “*A01 e A03 se escolhem em 04 critérios mas A01 e A05 se escolhem em dois critérios*” revelando afiliações interpessoais mais fortes ou mais fracas, a depender do critério de escolha, fazendo com que a matriz de adjacências não seja binária, tendo o valor numérico indicando o peso da afiliação e as arestas do grafo podem ser mais espessas ou menos espessas dependendo do peso da afiliação.

$$G = \{(A01, A02), (A03, A02), (A03, A01), (A03, A04), A05\}$$

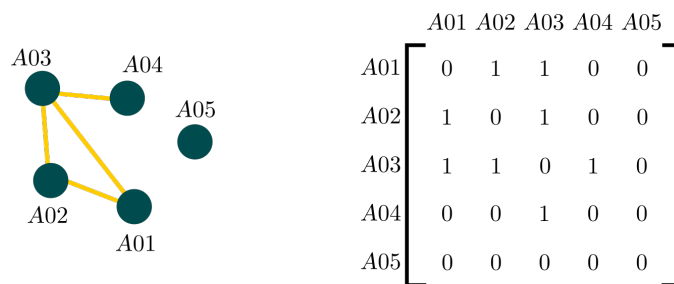


Figura 01: Diferentes formas de representação da Rede Social. Adaptado de Martínez-López, Perez e Sánchez-Vizcaíno (2009)

O fato de cada critério de escolha revelar redes com estruturas diferentes nos remete à ideia de que as redes não são estruturas rígidas, elementos fixos existem no mundo dos alunos e que nós estamos apenas querendo ver. As redes emergem. Uma vez que as afiliações são ativadas a depender da escolha dos alunos em relação a seus pares, uma estrutura emerge formando a Rede Social dos critérios escolhidos. E a estrutura emergente, que é fortemente dependente de contexto, nos permite uma interpretação situacional que não se poderia revelar por uma observação direta.

## Metodologia

O presente trabalho é um estudo de caso exploratório, conforme descrito por Yin (2009), para quem esse tipo de estudo é particularmente útil para investigação de fenômenos da vida real e em situações cujas fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estejam claramente delimitadas.

O estudo foi desenvolvido numa turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública

estadual da cidade de São Paulo, SP. Os sujeitos de pesquisa, respondentes, foram os alunos presentes (N=28) mas, diante da possibilidade de escolha de colegas que estivessem ausentes, todos os 36 alunos matriculados foram considerados como potenciais vértices da rede.

A sala de aula deste estudo foi acompanhada durante nove semanas pelo pesquisador. Dentre outras atividades, que compõem um corpus mais extenso de registros de pesquisa, foram coletadas, na quinta semana de acompanhamento, registros de escolhas espontâneas para oito critérios sociométricos, dos quais um será reportado neste trabalho: “*Quem são os colegas com quem você costuma andar no intervalo?*”

As fichas de escolha continham os nomes de todos os alunos da sala e os respondentes eram convidados a riscar o próprio nome, o que identificaria quem respondia e a marcar com um *x* os pares escolhidos em cada critério. Os dados foram transcritos como uma matriz de adjacências por escolhas direcionadas (*X* escolhe *Y* e *Y* escolhe *X*) e foram analisadas na plataforma *R* (R, 2008) utilizando o pacote dedicado à análise de redes complexas *igraph* (CSARDI e NEPUSZ, 2006).

Foram computados os índices de *indegree* ( $d_{in}$ ), que representa quantidade de vezes que um aluno foi escolhido e *outdegree* ( $d_{out}$ ), a quantidade de vezes que um aluno escolheu outros, bem como o índice de centralidade por entrelaçamento ou *betweenness* ( $c_{btw}$ ) (FREEMAN, 1979) que indica, simplificadamente, o quando um aluno é ponte de comunicação entre outros alunos na rede.

## Resultados e discussão

O sociograma representando a Rede Social emergente do critério *andar junto no intervalo* foi gerado, tendo vértices circulares representando meninos e vértices triangulares, meninas. Os alunos ausentes foram representados por vértices na cor cinza (Figura 02).

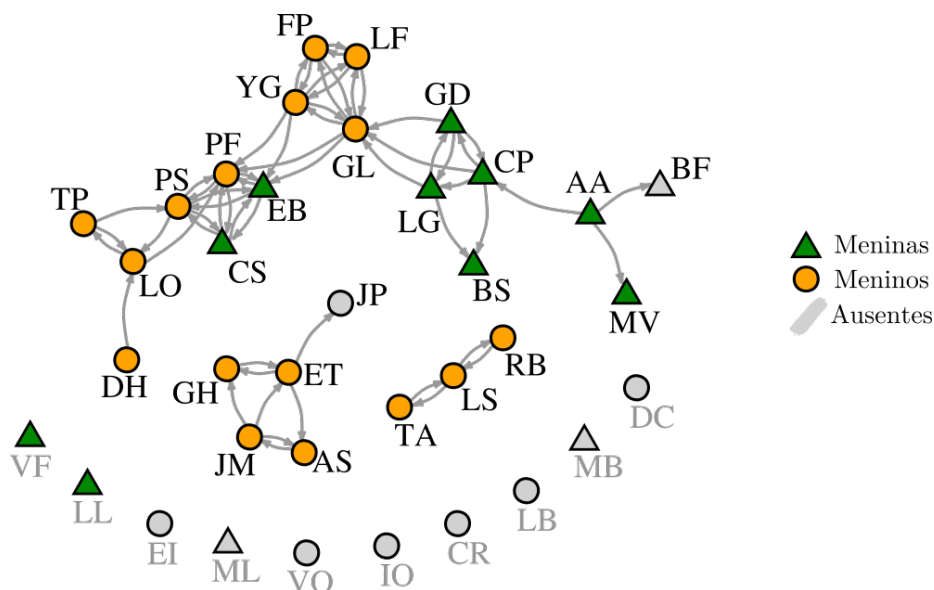


Figura 02: Rede Social do critério “andar junto no intervalo”. Círculos representam meninos, triângulos representam meninas e a cor cinza indica ausência. As legendas estão codificadas. Fonte: os autores.

## Descrição da rede emergente

A rede mostra que, dos 36 vértices possíveis, 26 formam a Rede Social conectada. Dos 26 afiliados a algum par, dois alunos eram alunos ausentes (BF e JP) e duas alunas presentes na atividade não se ligaram a nenhum par (VF e LL).

O índice *indegree* (aluno mais escolhidos) denota os alunos que exercem maior atração social dos colegas, com destaque para os alunos GL e PF na rede ( $d_{in} = 6$ ). Já o índice *outdegree* indicam os alunos que mais escolhem colegas. Isso é um traço do senso de afiliação de um indivíduo a vários pares daquela sala de aula. GL, ao lado de YG compõem os alunos destaque ( $d_{out} = 5$ ).

Já o índice de centralidade por entrelaçamento na rede indica os alunos que, de uma maneira geral, são mais centrais na estrutura. GL ( $c_{btw} = 42,0$ ) ocupa essa posição, no grupo, seguido por PS ( $c_{btw} = 24,5$ ), PF ( $c_{btw} = 21,0$ ) e LO ( $c_{btw} = 17,5$ ). Esses alunos desempenham importante papel no grupo, funcionando como as principais pontes comunicacionais da rede, neste critério de escolha.

A rede apresenta 59 arestas, das quais 46 são arestas intrassexuais (12 para meninas e 34 para meninos) e 13 são intersexuais, indicando uma preferência por agrupamentos entre colegas do mesmo sexo (77,97%) nesse critério de escolha.

O intervalo de aula é um momento no qual o aspecto propriamente didático é suprimido por relações interpessoais mais abertas às escolhas livres dos alunos. Essa preferência verificada pode ser um indício de construção de afiliações exteriores à sala de aula, algo que muitas vezes se concretiza em agradáveis bate-papos, brincadeiras ou esportes praticados no intervalo.

## Contexto e contradições notáveis na emergência da rede

Duas situações contextuais nos chamaram a atenção: no ato de aplicação da atividade com a turma, quando o pesquisador pediu que os alunos marcassem na primeira coluna da ficha da atividade quem seriam os alunos com quem os alunos costumam andar no intervalo, a aluna BS, em voz alta, disse não marcaria ninguém, pois não andava com ninguém no intervalo. De fato, BS tem  $d_{out} = 0$ . Mas o fato de BS ter  $d_{in} = 2$ , pois LG e CP declaram andar com ela no intervalo, contraria a percepção declarada por BS em relação a seus intervalos de aula.

Quase no mesmo instante, a aluna AA caminhava rumo a sua carteira, na sala, e pediu em voz alta que todos os alunos marcassem o nome dela. A rede emerge com AA tendo  $d_{out} = 3$  mas tendo  $d_{in} = 0$ . Nesse critério de escolha, AA se dispõe a escolher colegas mas não é escolhida por nenhum deles.

Podemos especular causas potenciais para essas contradições, como uma autoimagem negativa de BS ou como uma superestimação da própria posição social na sala, por parte de AA. Mas nos dois casos, fica explícito que a ARS é capaz de revelar aquilo que as declarações dos alunos não revelam. Essas contradições já eram relatadas nos primórdios da ARS por Moreno (1934). E a verificação desse fenômeno em nosso estudo de caso indica que

a ARS, em sala de aula, contribui com evidências que nos ajudam a complementar o nosso entendimento sobre o grupo, a partir da observação das estruturas que dele emergem.

## Considerações finais

Retomando a pergunta de pesquisa deste estudo, a rede apresentou uma estrutura complexa com destaque para dois alunos de maior atração social e ainda com quatro alunos notavelmente importantes no entrelaçamento da rede.

As localizações de AA e de BS, comparadas a ocorrências situacionais da atividade, mostraram uma forte contradição entre a autoimagem dessas duas alunas e a estrutura emergente no critério utilizado.

Isso aponta potencialidades desse instrumento de análise, oriundo da psicologia de grupos, para entendimento mais profundo dos fatores de coesão do grupo social da sala de aula de ciências. Mas também despertam questões norteadoras dos próximos passos da pesquisa em desenvolvimento: (a) as contradições vistas no critério utilizado seriam contingências *ad hoc* ou seriam sistemáticas? (b) Como a estrutura social se relaciona com a circulação de ideias acerca da Física nesse grupo? (c) A alta centralidade de indivíduos na rede se confirma como ponte comunicacional das questões relacionadas aos temas da ciência, estudados, para este grupo grupo?

As contradições vistas nos resultados empíricos apresentados e os questionamentos gerados a partir deste estudo de caso exploratório, que é uma análise parcial de um corpus mais extenso, nos dão ânimo para a continuação da investigação da sala de aula a partir de um modelo representacional em rede, que inclua mais critérios sociométricos, sucedido da ARS e seu confronto com outras fontes de evidências que complementem o contexto daquele ambiente, permitindo uma profunda interpretação da trama social daquela sala de aula de Física.

## Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também aos pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular da USP (NUPIC-USP) pelas críticas construtivas e pelos comentários dados a versões preliminares deste trabalho.

## Referências

- BORGATTI, S. P. et al. Network analysis in the social sciences. **science**, v. 323, n. 5916, p. 892-895, 2009.
- CSARDI, G.; NEPUSZ, T. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, Complex Systems**, v. 1695, n. 5, p. 1-9, 2006.
- FREEMAN, L.C. Centrality in Social Networks I: Conceptual Clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215-239, 1979.

FREEMAN, L. **The development of social network analysis. A Study in the Sociology of Science**, Empirical Press, 2004.

GRIBKOVSKAIA, I.; HALSKAU S. Ø.; LAPORTE, G. The bridges of Königsberg – a historical perspective. **Networks: An International Journal**, v. 49, n. 3, p. 199-203, 2007.

IUNES, A. L. S.; CONCEIÇÃO, M. I. G. Intervenção psicodramática em ato: ampliando as possibilidades. **Revista Brasileira de Psicodrama**, v. 25, n. 2, p. 19-27, 2017.

LEWIN, Kurt. **Principles of topological psychology**. Read Books Ltd, 1938.

LIRA, A.; CERQUEIRA, E. C.; GOMES, C. A. As relações interpessoais entre adolescentes: o teste sociométrico como recurso para superar conflitos e violências escolares. **Revista Brasileira de Psicodrama**, v. 24, n. 1, p. 24-33, 2016.

MARTÍNEZ-LÓPEZ, B.; PEREZ, A. M.; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. **Transboundary and emerging diseases**, v. 56, n. 4, p. 109-120, 2009.

MARTINEZ, A. et al. Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions. **Computers & Education**, v. 41, n. 4, p. 353-368, 2003.

MORENO, Jacob Levy. **Who shall survive?**. Nervous and Mental Disease Publishing Co, 1934.

PUCINELLI, R. H.; GIORDAN, M. Aplicação da Análise de Redes Sociais em fórum de discussão de professores de Ciências em formação. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1631-1636, 2017.

R - Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2008.

SCOTT, J. Social network analysis: developments, advances, and prospects. **Social network analysis and mining**, v. 1, n. 1, p. 21-26, 2011.

YIN, Robert K. **Case study research: Design and methods (applied social research methods)**. Sage inc., 2009.