

RELAÇÕES ENTRE ESTRUTURA DE UMA REDE SOCIAL EM UMA SALA DE AULA DE FÍSICA E APROVEITAMENTO ESCOLAR

RELATIONS BETWEEN A SOCIAL NETWORK IN A PHYSICS CLASSROOM AND SCHOOL PERFORMANCE

Guilherme M. Vicentini¹, Guilherme C. Reboredo², Ernani V. Rodrigues³

¹UFES - Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Física/mardegan13@gmail.com

²UFES - Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Física/guilherme.reboredo@ufes.edu.br

³UFES - Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Física/ernani.rodrigues@ufes.br

Resumo

Neste trabalho investigamos redes sociais de uma sala de aula de Física do Ensino Médio a partir de critérios sociométricos para analisarmos índices estruturais dos estudantes e suas possíveis relações com o aproveitamento acadêmico escolar no trimestre analisado. Foram propostos quinze critérios de escolha que variavam de temas acadêmicos até relações sociais independentes da escola. Gerou-se uma rede social com arestas pesadas para o grupo de estudantes e computou-se 7 índices estruturais dos estudantes na rede e 5 índices acadêmicos para, a partir de diferentes regressões multivariadas, analisar a existência ou não de relação entre a estrutura social e o aproveitamento nos instrumentos avaliativos dados. Nossos resultados indicam uma correlação positiva com significância estatística entre atributos estruturais dos indivíduos na rede social e o aproveitamento nas avaliações dadas, sugerindo uma correlação entre a distribuição da autoridade social (estudantes mais escolhidos por seus pares) e a distribuição da autoridade epistêmica em Física.

Palavras-chave: ensino de física, redes sociais, sociologia da educação

Abstract

In this work we investigated social networks in a high school Physics classroom using sociometric criteria to analyze students' structural indices and their possible relationships with school academic achievement in the quarter analyzed. Fifteen selection criteria were proposed, ranging from academic topics to social relationships independent of the school. A social network with weighted edges was generated for the group of students and 7 structural indices of students in the network and 5 academic indices were computed to, based on different multivariate regressions, analyze the existence or not of a relationship between the social structure and the use of data evaluation instruments. The results indicate a positive brightness with statistical significance between the structural attributes of individuals in the social network and the performance in the assessments given, showing a manifestation between the distribution of social authority (students most chosen by their peers) and the distribution of epistemic authority in Physics.

Keywords: physics education; social networks, sociology of education

Introdução

A análise de estruturas sociais da sala de aula tem raízes nos estudos da sociometria (MORENO, 1934). Na sociometria, assume-se que um grupo social é constituído pelo total de indivíduos que o compõem e que, desde que duas pessoas ou mais estejam funcionando como um grupo social, o grupo é caracterizado não apenas pelas pessoas em si, mas também (quicá principalmente) pelas relações inerentemente complexas que essas pessoas mantêm entre si. Embora as relações interpessoais sejam aspectos invisíveis e intangíveis, Moreno propôs uma forma de revelar traços dessas relações que permitem elucidar aspectos de agregação ou de disrupção do grupo.

Borgatti et al. (2009) defende que uma das noções mais potentes nas ciências sociais é a de que indivíduos se integram em densas redes de relações sociais e que a ciência das redes em seu estado contemporâneo promove " [...] *respostas a uma pergunta que tem ocupado a filosofia social desde a época de Platão, a saber, o problema da ordem social: como indivíduos autônomos podem se combinar para criar sociedades duradouras e funcionais.*" (p. 892). Se, em um primeiro momento, a ciência das redes se apresentou em áreas como a Física dos sistemas complexos e a Biologia das interações ecológicas, dentre outras, posteriormente se tornou uma espécie de canivete suíço em diferentes campos das ciências sociais.

Neste trabalho, temos por objetivo explorar via análise de redes sociais possíveis relações entre a posição estrutural de estudantes e seu aproveitamento escolar em uma sala de aula de Física do Ensino Médio. Trata-se da fase inicial de uma pesquisa, partindo de um projeto de Iniciação Científica em uma universidade pública brasileira, que se integra em uma linha de pesquisa em andamento no qual as redes complexas são as formas de investigação de aspectos da complexidade inerente a um ambiente de aprendizagem.

Redes sociais e a pesquisa educacional

A análise de redes sociais em contextos educacionais permite que sejam exploradas formas comunicacionais invisíveis em uma estrutura social, habilitando a análise nível grupo ou nível indivíduo a partir de dados sobre relações interpessoais

e permitindo uma ponte entre cognição socialmente compartilhada e relações interpessoais (TUIRE; ERNO, 2001).

No âmbito da pesquisa em ensino de Física, a análise de redes complexas se mostra importante fonte de evidência para inclusão da dimensão social nas análises de processos escolares. Rodrigues e Pietrocola (2020) mostram que a força da conexão entre pares de estudantes é diretamente correlacionada à formação de consensos sobre temas da Física escolar. Em caminho semelhante, Bruun e Brewe (2013) mostram que as medidas de centralidade de indivíduos em uma rede social complexa de uma sala de aula de Física tem correlação com o aproveitamento acadêmico em Física.

As redes complexas, artefato representativo das relações sociais, são caracterizadas por um grafo que, matematicamente, indica um conjunto de pontos e relações entre eles. Cada ponto desse conjunto corresponde a um vértice da rede que, em termos sociais, indica uma pessoa em sala de aula. Cada ligação entre duas pessoas indica uma aresta do grafo que, nas redes sociais, indica uma relação entre duas pessoas. O emaranhado de relações e de pessoas compõem a complexidade de uma rede social que, mesmo entre poucos indivíduos, pode ter muitas relações possíveis (FREEMAN, 2004). Arestas em um grafo podem ter peso ou não. Quando uma rede social possui arestas sem peso, cada relação interpessoal ou existe ou não. Mas quando as arestas têm um valor para o peso, podemos ter uma rede com relações mais intensas ou menos intensas. Além disso, cada pessoa na rede social pode ter atributos estruturais como um grau de centralidade, de intermediação, de conexões de saída, de entrada ou totais. Esses (e outros) atributos podem ser identificados numericamente e podem ser utilizados para uma análise estrutural da rede.

Há que se declarar que, em se tratando de sistemas complexos, mesmos as medidas de atributos numéricos estruturais das redes, são sistemas não determinísticos, as causalidades podem se dar de dentro pra fora e de fora pra dentro do sistema e ainda os comportamentos identificados nas estruturas são emergentes e contingentes, ou seja, surgem a cada situação e não são passivos de causalidades previamente determinados. Mesmo assim, a análise estrutural de redes sociais e o cruzamento com indicadores externos podem fornecer apontamentos sobre o fenômeno que se está investigando (BENTO et al., 2020).

Metodologia

A pesquisa se deu em uma escola pública estadual da região metropolitana da grande Vitória, ES e os sujeitos de pesquisa foram 29 estudantes de uma sala de aula de Física do segundo ano do Ensino Médio. De maneira consentida e esclarecida, os estudantes indicaram em 15 critérios sociométricos de escolha quem eram os colegas em sala de aula com quem eles mais se relacionavam. Os critérios variaram de relações não acadêmicas, como "quem são os colegas com quem eu costumo me encontrar no intervalo" até relações estritamente estudantis, como "quem são os colegas com quem eu gosto de estudar". Cada critério de escolha gerou para cada aluno uma rede social direcionada com o respondente tendo apenas arestas de saída e seus escolhidos tendo arestas de entrada.

Todas as as redes individuais geraram uma rede interconectada por cada critério. Então, as 15 redes foram concatenadas em uma única rede complexa direcionada. Cada vértice da rede teve computados os índices: (i) grau de entrada - *indegree* ou número de conexões recebidas [*indeg*], (ii) grau de saída - *outdegree* ou número de conexões escolhidas [*outdeg*]; (iii) grau total - número total de conexões para cada pessoa [*totdeg*]; (iv) centralidade por intermediação - *betweenness* [*bt*]; (v) centralidade por proximidade considerando o grau de entrada - *closeness in* [*clin*]; (vi) centralidade por proximidade considerando o grau total *closeness tot* [*cltot*]; (vii) centralidade por autovetor principal - *eigen centrality* [*eig*]; Os índices formaram um corpus de análise que também incluíram dados de performance acadêmica em Física disponíveis, referentes ao último trimestre de 2023, quando os dados sociométricos foram levantados. Os registros incluíram: soma de pontos dos estudantes na avaliação P1 de Física, cujo tema era Termodinâmica; na avaliação P2 de Física, cujo tema era Espectro Eletromagnético; no Simulado [*sim*] de Física, com o tema de ambas avaliações P1 e P2; no caderno de Física dos estudantes [*cdn*] e na média final de Física.

Foi construída a rede social final para as conexões totais e os índices estruturais (*indeg*, *outdeg*, *totdeg*, *bt*, *clin*, *cltot* e *eig*) e acadêmicos (*p1*, *p2*, *media*, *sim* e *cdn*) foram, par a par, correlacionados restando-se apenas aquelas com significância estatística ($p_{\text{-valor}} < .05$) para identificação prévia. Então, uma análise de

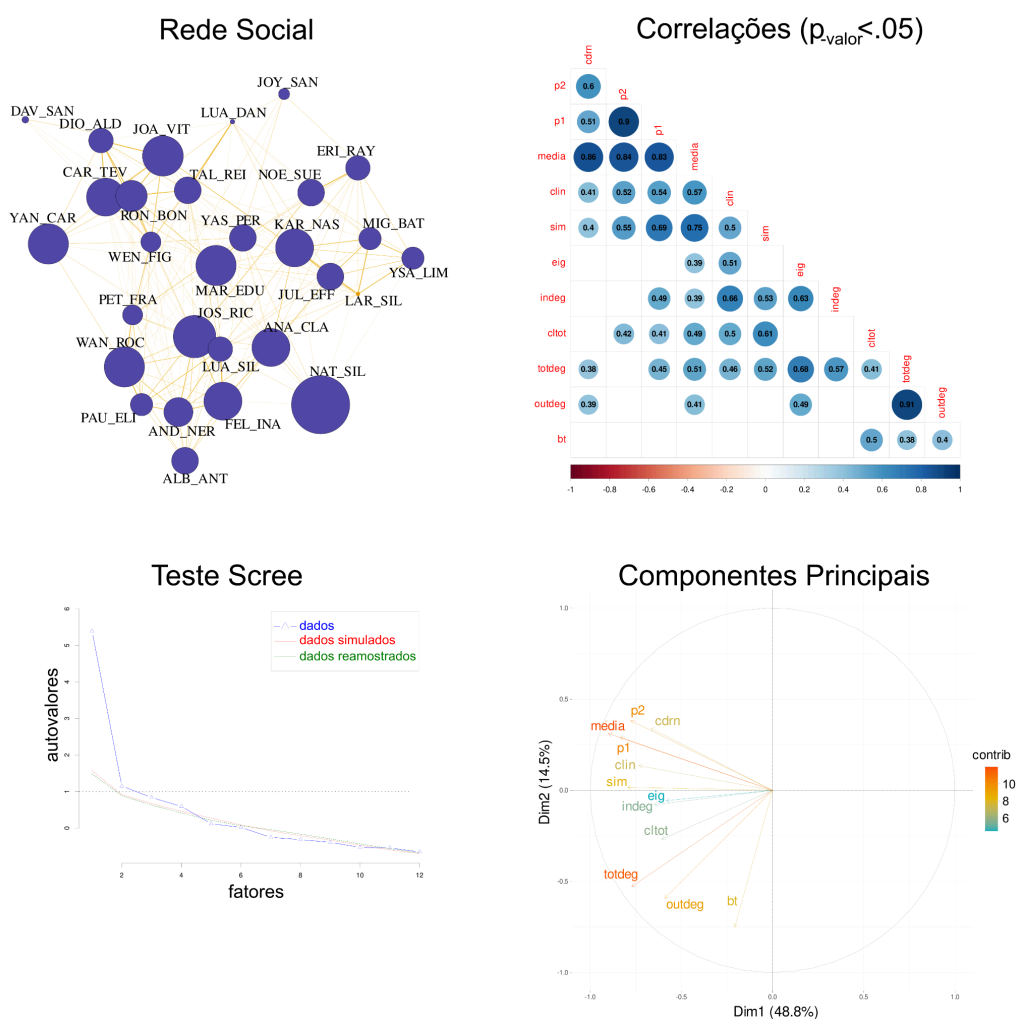
componentes principais (PEARSON, 1901) foi feita sucedendo um teste Scree (CATELL, 1966) para determinação de componentes a reter. A análise de componentes principais teve suas primeiras duas dimensões plotadas com a contribuição de cada variável por dimensão.

Os dados foram analisados na plataforma estatística gratuita R (R, 2021) com o auxílio dos pacotes *igraph* (CSARDI et al., 2006), *psych* (REVELLE, 2015), *factoextra* (KASSAMBARA; MUNDT, 2020) e *corrplot* (WEI, 2017).

Resultados e discussão

A rede social foi obtida por 24 respondentes e contém 29 vértices (estudantes ausentes foram escolhidos pelos respondentes) e contém um total de 285 conexões estabelecidas (Fig. 01, sup. à esquerda).

Figura 01: Rede social dos estudantes (sup. à esquerda), matriz de correlações entre todas as variáveis (sup. à direita), teste de Scree (inf. à esquerda) e contribuições de variáveis nos dois primeiros componentes principais (inf. à direita)



Fonte: elaboração dos autores

A matriz de correlação (Fig. 01, sup. à direita) indica, com significância estatística, uma correlação positiva entre as variáveis estruturais e a performance acadêmica. Essa sugestão se evidencia nas correlações positivas entre a proximidade por grau de entrada [clin] e as performances em P1, P2, sim e média.

O fato do índice de proximidade por grau de entrada [clin] indicar essa correlação positiva, associado à correlação positiva do índice acadêmico ligado ao simulado [sim] e o grau total [totdeg] apontam que a vértices mais conectados coincidem com maior performance acadêmica em Física. Esse resultado corrobora a proposta de Brunn e Brewe (2013) que a centralidade em redes sociais é acurada como preditor de performance acadêmica em Física. Indo além, isso indica que a distribuição de autoridade social na rede de alunos se relaciona à distribuição de autoridade epistêmica (do saber).

Diante da incerteza sobre a acurácia da matriz de correlações apresentada, que pode ter distribuições em diferentes escalas e padrões, a análise de componentes principais indica dois componentes a reter, explicando a maior parte da variância dos dados (Fig. 01, inf. à esquerda) e mostra uma primeira dimensão fortemente influenciada pela performance no simulado e com contribuições também marcantes para o grau de entrada e o índice de proximidade por grau de entrada (Fig. 01, inf. à direita), corroborando a correlação entre uma autoridade social e uma epistêmica para esses alunos e suas performances acadêmicas em Física.

Considerações finais

Nosso objetivo neste trabalho passava por explorar redes sociais e buscar possíveis relações entre a posição estrutural de estudantes e seu aproveitamento escolar em uma sala de aula de Física do Ensino Médio. Pudemos apresentar evidências com suporte estatístico para a relação entre centralidade de estudantes nas suas redes interpessoais da sala de aula e seus aproveitamentos acadêmicos.

Embora possamos (e devemos) questionar as estratégias avaliativas muitas vezes determinadas pelas instituições que regem a educação básica, nesse padrão avaliativo apresentado pelos estudantes, vemos a importância da construção de uma estrutura social viável e funcional da sala de aula não apenas para as questões de bem estar e de cooperação, mas também para a performance acadêmica. Por isso, entendemos que este estudo, ainda em andamento, contribui para o

entendimento do universo social da sala de aula de Física, além de utilizar métodos que vêm se legitimando na pesquisa educacional.

As redes sociais da sala de aula nos despertam questionamentos sobre que estrutura, que índice olhar e como repensar a interação social na docência da Física. Mesmo a estratégia de se levantar dados dos indivíduos pode ser colocada em questão, o que nos desperta interesse em aprofundar a investigação para aspectos dos pares de alunos e das sub-comunidades que se formam. Preferimos nesta pesquisa não utilizar critérios sociométricos de escolha disruptivos, para que a pesquisa em si não se torne ponto de partida do afastamento entre estudantes. Mas mesmo esses podem também contribuir para a produção de uma coesão social mais firme. Uma vez que a relação socio/epistêmica tem indícios nos resultados apresentados, a busca pela coesão social da sala de aula de Física pode ser um motor para melhor desenvolvimento pleno dos estudantes.

Referências

- BENTO, F.; TAGLIABUE, M.; SANDAKER, I. Complex systems and social behavior: Bridging social networks and behavior analysis. **Behavior science perspectives on culture and community**, p. 67-91, 2020.
- BORGATTI, S. P. et al. **Network analysis in the social sciences**. science, v. 323, n. 5916, 2009.
- BRUUN, J.; BREWE, E. Talking and learning physics: Predicting future grades from network measures and Force Concept Inventory pretest scores. **Physical Review Special Topics-Physics Education Research**, v. 9, n. 2, 2013.
- CATTELL, R.B. The scree test for the number of factors. **Multivariate behavioral research**, v. 1, n. 2, p. 245-276, 1966.
- CSARDI, G. et al. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, complex systems**, v. 1695, n. 5, p. 1-9, 2006.
- FREEMAN, L. **The development of social network analysis: a study in the sociology of science**. Empirical press, Vancouver, 2004.
- KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R Package Version 1.0.7, 2020.
- MORENO, J. L. Who shall survive? **A new approach to the problem of human interrelations**. Mental Disease Publishing Co., 1934.
- PEARSON K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v. 2, 1901.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021.
- REVELLE, W.. Package 'psych'. **The comprehensive R archive network**, v. 337, n. 338, 2015.

RODRIGUES, E. PIETROCOLA, E. Between Social and Semantic Networks: A Case Study on Classroom Complexity. **Education Sciences**, v. 10, n. 2, 2020.

TUIRE, P.; ERNO, L.. Exploring invisible scientific communities: Studying networking relations within an educational research community. A Finnish case. **Higher education**, v. 42, 2001.

WEI, T. et al. Package ‘corrplot’. **Statistician**, v. 56, n. 316, p. e24, 2017.