

Aplicação de Teoria de Informação na Modelagem de Disseminação de Opiniões em Redes Complexas

Patrick O. de Paula¹
Alejandra Rada²
CMCC/UFABC, Santo André, SP

A disseminação de rumores e opiniões é um elemento importante na dinâmica social de seres humanos, resultando, em alguns casos, em impactos significativos na sociedade. É possível fazer a analogia de opiniões como “infecções da mente”, apresentando semelhanças com a dinâmica de epidemias [7]. De fato, esta similaridade motivou os primeiros modelos de propagação de opiniões, baseados em modelos epidemiológicos clássicos: o modelo SIS (*Susceptible and Infected*) e o modelo SIR (*Susceptible, Infected and Recovered*). O Modelo DK, introduzido por Daley e Kendall [3, 4] serviu de referência para o estudo de disseminação de rumores com modelos epidemiológicos. Neste modelo, os indivíduos são organizados em uma rede homogênea e divididos em três grupos, os *disseminadores*, que propagam os rumores, os *abafadores*, que tentam conter a disseminação, e os *ignorantes*, que são suscetíveis à “contaminação”, quando tornam-se disseminadores.

Um limite desta classe de modelos é o fato de que, ao assumir as conexões dos indivíduos são homogêneas, a topologia subjacente da rede social não é levada em consideração ou é utilizada alguma topologia simplificada, tornando-os uma escolha inadequada para modelar a dinâmica de opiniões em redes massivas de interação social, como a Internet. Passa a ser necessário utilizar estruturas de redes complexas, como o modelo de Strogatz [11] e de Barabási-Albert [1], que introduzem aleatoriedade na formação de conexões e complexidades tais que permitem a presença de *hubs*, i.e. indivíduos com um grande número de conexões. Com esta observação, surgiram os primeiros modelos utilizando redes aleatórias [12] e redes livres de escala [6], possibilitando avaliar a influência de hubs.

Ademais, é importante considerar o progresso das ciências cognitivas e sociais no entendimento dos mecanismos envolvidos na absorção e troca de informações por seres humanos, como efeitos de memória, dinâmicas de influência e persuasão, e o efeito da opinião pública nas escolhas individuais. Indivíduos podem ser mais suscetíveis a aderir a opinião da maioria, como propõe Chen *et al.* [2], onde a probabilidade de aceitação de uma opinião por um indivíduo é proporcional ao número de indivíduos em sua vizinhança. Sabe-se, por exemplo, que a disseminação de rumores sofre distorções decorrentes de falha de recuperação de memória e do estado psicológico do indivíduo. Nessa linha, Wang *et al.* [10] propõe o primeiro modelo que inclui efeitos de memória e propensão de distorção de informação por meio do conceito de Entropia de Informação [5].

Efeitos de polarização na propagação de opiniões, já identificados como, entre outras coisas, relevantes para a estabilidade de democracias [8], foram estudados por Wang *et al.* [9] pela inclusão de um mecanismo de polarização positiva ou negativa nas opiniões emitidas em função do número de conexões de cada indivíduo. Entretanto, este mecanismo não leva em conta a proximidade ideológica (i.e. polaridade) em comunidades, que influi diretamente na intensidade e suscetibilidade de polarização.

¹patrick.oliveira@aluno.ufabc.edu.br

²alejandra.rada@ufabc.edu.br

Nesse sentido, propomos um modelo de propagação de opiniões em redes complexas que considera a capacidade de memória dos indivíduos, modelando as informações trocadas como códigos binários de tamanho especificado que podem ser armazenadas em uma memória de informações em cada indivíduo, o que permite a aplicação de Entropia de Informação como uma medida de heterogeneidade de opiniões, a partir da qual pode-se incluir os efeitos de distorção decorrentes de recuperação imperfeita de informações da memória. Além disso, para integrar efeitos de polarização potencial na propagação de informações, introduzimos uma função para quantificar a polaridade de informações e uma probabilidade de distorção enviesada, a depender da tendência de polarização do indivíduo (positiva ou negativa), da informação propagada. Por fim, utilizamos uma medida de divergência de informação para quantificar a proximidade ideológica entre indivíduos a partir dos códigos em suas memórias, tornando possível a observação de efeitos da polarização na dinâmica de disseminação.

Referências

- [1] Barabási, Albert-László, and Albert, Réka. Emergence of scaling in random networks. *Science*, volume 286, n. 5439, p. 509-512, 1999.
- [2] Chen, P., and Redner, S. Majority rule dynamics in finite dimensions. *Physical review*, volume 71, 036101, 2005.
- [3] Daley, D. J., and Gani, J. *Epidemic modelling: an introduction*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [4] Daley, D. J., and Kendall, D. G. Stochastic rumours. *IMA Journal of Applied Mathematics*, volume 1, pages 42-55, 1965.
- [5] MacKay, David JC. *Information theory, inference and learning algorithms*. Cambridge university press, 2003.
- [6] Moreno, Y., Nekovee, M., and Pacheco, A. F. Dynamics of rumor spreading in complex networks. *Physical review*, volume 69, 066130, 2004.
- [7] Nekovee, M., Moreno, Y., Bianconi, G., and Marsili, M. Theory of rumour spreading in complex social networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, volume 374, pages 457-470, 2007.
- [8] Schultz, C. Information, polarization and term length in democracy. *Journal of Public Economics*, volume 92, pages 1078-1091, 2008.
- [9] Wang, C., Koh, J. M., Cheong, K. H., and Xie, N.-G. Progressive information polarization in a complex-network entropic social dynamics model. *IEEE, Access* 7, pages 35394-35404, 2019.
- [10] Wang, C., Tan, Z. X., Ye, Y., Wang, L., Cheong, K. H., and Xie, N.-g. A rumor spreading model based on information entropy. *Scientific reports*, volume 7, pages 1-14, 2017.
- [11] Watts, Duncan J., and Strogatz, Steven H. Collective dynamics of small-world networks. *Nature*, volume 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.
- [12] Zanette, D. H. Dynamics of rumor propagation on small-world networks. *Physical review*, volume 65, 041908, 2002.