

# Estudo das emoções em multidões

Michael O. Trujillo<sup>1</sup>, Marla Melo<sup>1</sup>, Diana Adamatti<sup>1</sup>, Leonardo Emmendorfer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Computacionais  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Caixa Postal 474 - 96201-900 – Rio Grande – RS – Brazil

molmost@unal.edu.co, marlamelo.sinfo@gmail.com

dianaada@gmail.com, leonardo.emmendorfer@gmail.com

**Abstract.** *It is explore the problem of the mathematical modeling of emotions in a crowd using the definition of emotions as infections. To do this, it is used an implementation in Netlogo where shows the propagation of an infection in a population. So, this implementation is modified to be used in the study of emotions in a crowd. It is study a particular case of the implementation and finally it is do it a mathematical modeling of it.*

**Resumo.** *Neste trabalho é explorado o problema da modelagem matemática das emoções em uma multidão usando a definição de emoções como infecções. Para fazer isso, é usada uma implementação no Netlogo que mostra a propagação de uma infecção em uma população. Assim, a implementação é modificada para ser usada no estudo das emoções em uma multidão e finalmente é realizada uma modelagem matemática deste caso particular.*

## 1. Introdução

O estudo das emoções é tão complexo que tem sido desenvolvidas diferentes teorias das emoções (Teorias Appraisals, Teorias Dimensionais, Racionais, anatômicas [Scherer et al. 2001] [Marsella et al. 2010]) com o propósito de explicá-las. Assim, estudar as emoções em uma multidão deveria ser uma tarefa ainda mais complexa. O problema motivador deste estudo é *Como estudar as emoções em uma multidão tendo em conta a complexidade de uma multidão e das emoções de cada indivíduo?*

Assim, o objetivo deste trabalho é tentar estabelecer um caminho para responder a pergunta. Para abordar este problema vai se observar as emoções como infecções e vai se adaptar uma implementação do Software Netlogo<sup>1</sup>, onde é estudado o problema das infecções em multidões. É feita uma reinterpretação da simulação para o caso das emoções em uma multidão e finalmente é estudada uma modelagem matemática da propagação das infecções em uma multidão e é reinterpretada para o caso das emoções. Devido à complexidade do problema é estudada somente uma emoção discreta (*ficar feliz*) (o conceito desta emoção está embasado na teoria OCC [Ortony et al. 1990]) para um caso particular da simulação no Netlogo.

Assim, a estrutura do artigo é feita da seguinte maneira: A seção 2 apresenta a metodologia. A seção 3 apresenta uma revisão bibliográfica. Na seção 4 estão os trabalhos relacionados ao tema. A seção 5 apresenta a simulação realizada e o modelo matemático. A seção 6 as conclusões do trabalho.

---

<sup>1</sup>NetLogo [Wilensky et al. 1999] é uma linguagem de programação e um ambiente de modelagem multiagente para simular fenômenos naturais e sociais [Tisue and Wilensky 2004]. A ferramenta disponibiliza uma biblioteca de modelos para aprendizagem.

## 2. Metodologia

A metodologia do trabalho é baseada na teoria de contágio das emoções [Hatfield et al. 1994] e no comportamento das multidões estudado em diferentes pesquisas. Primeiramente, estuda-se a teoria OCC das emoções, que mostra as emoções no caso de um indivíduo. A seguir, é preciso estudar o comportamento de uma multidão para propor um modelo um pouco mais realista com respeito as emoções. O problema de estudar as emoções tendo em conta o comportamento das multidões é que o comportamento é bastante complexo, por isso, somente é estudada uma emoção (estado emocional) *ficar feliz*.

Após, é proposta uma simulação para avaliar as interações entre emoções na multidão, tendo em conta que cada indivíduo tem seu próprio comportamento e suas próprias emoções. Isto quer dizer que a emoção na simulação tem um caráter aleatório para cada agente, mas cada agente pode afetar o comportamento dos agentes de seu ambiente.

## 3. Referencial Teórico

### 3.1. Multidão

Uma multidão pode ser definida como um grande grupo de indivíduos no mesmo ambiente físico, onde a multidão não precisa ter uma estrutura de comportamento [Adamatzky 2005]. Muitas vezes, em uma multidão, o comportamento das pessoas é semelhante mas, individualmente, na mesma situação, este indivíduo não atuaria da mesma maneira [Banarjee et al. 2005]. Por exemplo, caminhar nu pela rua não é uma ação que as pessoas fazem de maneira individual, mas em certo tipo de multidões é uma ação com certo tipo de objetivo real. Isso porque, segundo Graumann (1985) [Adamatzky 2005], quando um indivíduo se une a uma multidão, atua de uma maneira irracional, de acordo com os seguintes conceitos [Adamatzky 2005]:

- desindividualização: o anonimato dos membros da multidão e o senso de poder invencível produzido por estar na multidão levam a uma difusão de seus sentimentos de responsabilidade pessoal, uma perda de identidade pessoal;
- contágio: ações e emoções se espalham através da multidão através de uma forma de imitação mútua, levando à uniformidade e homogeneidade em que as diferenças pessoais desaparecem;
- sugestibilidade: aceitação de influência em bases irracionais por algum tipo de ligação emocional e atitude submissa a uma pessoa ou grupo.

### 3.2. Emoções em uma multidão

Em uma multidão, as emoções podem ser consideradas como moléculas, no sentido da quantidade muito grande de interações entre as pessoas [Adamatzky 2005]. As interações em uma multidão podem ser imprevisíveis, e, no geral, não tem um padrão racional, pelo contrário, um padrão emocional e irracional [Adamatzky 2005]. Neste trabalho as interações são consideradas como transmissão de emoções, isto é, emoções pensadas como infecções. Por exemplo, em [Hill et al. 2010] o estado emocional “contente” é tratado como uma infecção, onde a sua transmissão é feita pelo contato das pessoas na sua rede social. O contágio das emoções, é descrito em [Hatfield et al. 1994] como transmissão de informação de uma maneira consciente ou inconsciente.

Tendo em conta o anterior, neste trabalho a emoção *ficar contente* é definida como *uma reação a um evento externo (situação externa)* [Ortony et al. 1990].

## 4. Trabalhos Relacionados

Dentro do escopo do trabalho alguns artigos relacionados foram encontrados com respeito ao contágio das emoções. Foram classificados dessa maneira com o propósito de ter uma revisão bibliográfica para trabalhos futuros nessas áreas.

Artigos no grupo *SIR - SISa* são pesquisas que usam os modelos (SIR - SISa) de como é propagada uma infecção. Trabalhos no grupo *Modelos Computacionais* são artigos que tem alguma implementação computacional relacionada com a ideia de emoções como infecções. Da mesma maneira, no grupo *Redes Sociais* estão trabalhos que estudam a propagação das emoções olhadas como infecções nas redes sociais.

SIR - SISa	Modelos computacionais	Redes Sociais
[Fu et al. 2014]	[Tsai et al. 2011]	[Baht 2017]
[Hill et al. 2010]	[Bispo and Paiva 2009]	[Coviello et al. 2014]

**Tabela 1**

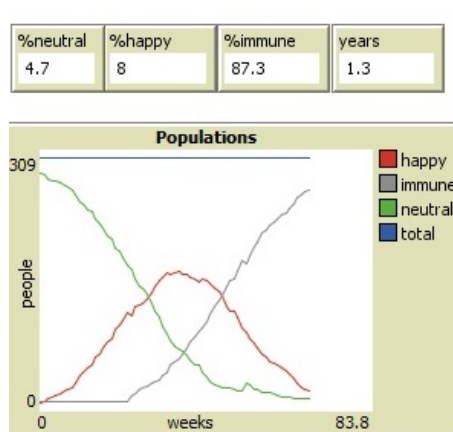
## 5. Simulação Realizada

Neste trabalho, foi utilizado o modelo *vírus* [Wilensky 1998], disponível na ferramenta NetLogo, para realizar a simulação. Nesta simulação, o agente passa por três estágios: *neutro*, *infected*, *immune*. O estado *neutro* quer dizer que o agente é suscetível a ficar infectado; o estado *infected* quer dizer que o agente tem o vírus durante um intervalo de tempo; e o estado *immune* quer dizer que o agente é saudável e não tem risco de pegar a infecção durante um intervalo de tempo. Neste modelo, os agentes podem morrer e também podem se reproduzir. Também o tempo de imunidade, com respeito ao vírus, é fixa com um valor de 52 semanas. Este modelo é baseado no modelo epidemiológico SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*). O modelo usa uma população fixa quando é iniciado, podendo ter, no máximo, 300 agentes.

Para o caso do contágio das emoções, foram feitas algumas mudanças no código: os agente não morrem e não se reproduzem; e o estado *infected* foi mudado pelo estado *happy*. Além disso, foi adicionado um botão *neutral* que permite mudar a quantidade de agentes no estado *neutral*. Também foi adicionada uma barra para fazer a variação do tempo de imunidade dos agentes, onde o estado de imunidade quer dizer uma resistência para ficar contente (*happy*).

### 5.1. Modelo Matemático

O cenário particular da simulação mostra uma relação entre as variáveis *happy*, *neutral* e *immune*, conforme Figura 1.



**Figura 1. Relacionamento entre as variáveis no modelo modificado no NetLogo.**

Para tentar explicar a relação entre as variáveis é estudado um modelo matemático que está baseado em [Keeling and Rohani 2011].

Esta relação é modelada matematicamente, via modelo SIR, com as seguintes equações:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \quad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I, \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I, \quad (3)$$

$$S + I + R = 300, \quad (4)$$

$$S(0) = 280, \quad (5)$$

$$I(0) = 10, \quad (6)$$

$$R(0) = 10, \quad (7)$$

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}, \quad (8)$$

Onde:

- $S$  apresenta a população suscetível a ficar contente;
- $I$  apresenta a população contente (infectada), e;
- $R$  apresenta a população imune (resistentes a ficar contente);
- $\gamma$  é a razão de mudança da recuperação, isto é, a razão de mudança de um agente de passar de estado contente ao estado imune (resistente a ficar contente).
- [Keeling and Rohani 2011] explica que o fator  $\frac{1}{\gamma}$  apresenta a duração da infecção, isto é, o estado emocional *ficar contente*;
- O fator  $\frac{\gamma}{\beta}$  apresenta um limite, onde se  $S(0) < \frac{\gamma}{\beta}$ , a infecção não vai se propagar, isto é, o estado emocional *ficar contente* não vai se propagar;
- [Keeling and Rohani 2011] também explica que o fator  $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$  apresenta o potencial máximo de reprodução da infecção, isto é, o máximo valor que a transmissão da infecção pode atingir.

As soluções do modelo matemático foram as seguintes:

$$S(t) = S(0)e^{-R(t)R_0}, \quad (9)$$

$$= 280e^{-R(t)R_0}, \quad (10)$$

$$R(t) = \frac{1}{R_0^2 S(0)} (S(0)R_0 - 1 + \alpha \tanh(\frac{1}{2}\alpha\gamma t - \phi)), \quad (11)$$

$$\alpha = ((S(0)R_0 - 1)^2 + 2S(0)I(0)R_0^2)^{\frac{1}{2}}, \quad (12)$$

$$\phi = \tanh^{-1}(\frac{1}{\alpha}(S(0)R_0 - 1)), \quad (13)$$

Tendo resolvido  $R(t)$  pelas equações (11), (12) e (13) e também tendo resolvido  $S(t)$  pelas equações (9) e (10), é possível resolver também  $I(t)$ , substituindo as equações (9) e (11), via equação (4).

A solução do sistema expressa a seguinte relação entre as variáveis segundo o estudo de [Keeling and Rohani 2011] e apresentado na figura 2

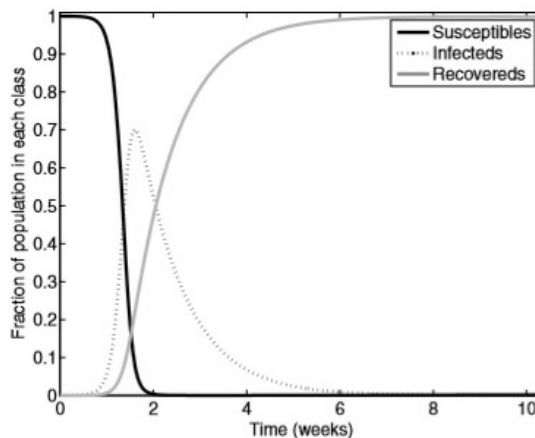


Figura 2. Modelo de infecção para o modelo SIR [Keeling and Rohani 2011].

## 6. Conclusões

Este trabalho mostrou que é possível usar uma simulação do Netlogo (feita para a difusão de um vírus em uma multidão) para ter uma simulação do estado emocional *ficar contente*, baseado na ideia de emoções como infecções.

Graças a essa simulação, foi possível estudar um caso particular e chegar a uma modelagem matemática. É preciso esclarecer que a semelhança dos comportamentos é somente visual, sendo necessário uma comparação dos dados da simulação modificada e das funções, para ter-se uma validação completa entre modelo matemático e modelo de simulação.

## 7. Discussões

- A semelhança das figuras 1 e 2 não é uma validação do modelo matemático.
- As modificações feitas na implementação não são uma adaptação no sentido próprio do termo.
- O trabalho feito oferece uma novidade na pesquisa?

## Referências

- Adamatzky, A. (2005). *Dynamics of crowd-minds: Patterns of irrationality in emotions, beliefs and actions*, volume 54. World Scientific.
- Baht, S. A. (2017). Social networking sites and mental health: A review. *International Journal of Advanced Educational Research*, 2:357–360.
- Banarjee, S., Grosan, C., and Abraham, A. (2005). Emotional ant based modeling of crowd dynamics. In *Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, 2005. SYNASC 2005. Seventh International Symposium on*, pages 8–pp. IEEE.
- Bispo, J. and Paiva, A. (2009). A model for emotional contagion based on the emotional contagion scale. In *2009 3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops*, pages 1–6. IEEE.
- Coviello, L., Sohn, Y., Kramer, A., and Baht, S. A. (2014). Detecting emotional contagion in massive social networks. *Plos One*.
- Fu, L., Song, W., Lv, W., and Lo, S. (2014). Simulation of emotional contagion using modified sir model: a cellular automaton approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 405:380–391.
- Hatfield, E., Cacioppo, J. T., and Rapson, R. L. (1994). *Emotional Contagion*. Cambridge University Press.
- Hill, A. L., Rand, D. G., Nowak, M. A., and Christakis, N. A. (2010). Emotions as infectious diseases in a large social network: the sisa model. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1701):3827–3835.
- Keeling, M. J. and Rohani, P. (2011). *Modeling infectious diseases in humans and animals*. Princeton University Press.
- Marsella, S., Gratch, J., Petta, P., et al. (2010). Computational models of emotion. *A Blueprint for Affective Computing-A sourcebook and manual*, 11(1):21–46.
- Ortony, A., Clore, G. L., and Collins, A. (1990). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge university press.
- Scherer, K. R., Schorr, A., and Johnstone, T. (2001). *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. Oxford University Press.
- Tisue, S. and Wilensky, U. (2004). Netlogo: A simple environment for modeling complexity. In *International conference on complex systems*, volume 21, pages 16–21. Boston, MA.
- Tsai, J., Bowring, E., Marsella, S., and Tambe, M. (2011). Empirical evaluation of computational emotional contagion models. In *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*, pages 384–397. Springer.
- Wilensky, U. (1998). Netlogo virus - alternative visualization model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Virus-AlternativeVisualization>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling.
- Wilensky, U. et al. (1999). Center for connected learning and computer-based modeling. In *Netlogo*. Northwestern University.