

**Projeto de Pesquisa para o Programa Unificado de Bolsas de Estudo**

Vertente: pesquisa

Tendências e modas: a abordagem de modelos baseados em agentes

José Fernando Fontanari

Universidade de São Paulo  
Instituto de Física de São Carlos  
Departamento de Física e Ciência Interdisciplinar  
Caixa Postal 369  
13560-970 São Carlos, SP

## 1. Título

Tendências e modas: a abordagem de modelos baseados em agentes.

## 2. Resumo

A dinâmica das tendências e modas trata dos processos e mecanismos que governam a emergência, difusão e eventual declínio de preferências e estilos populares dentro de uma determinada sociedade. Essa dinâmica envolve interações complexas entre indivíduos, redes sociais, influências culturais e forças de mercado. Tendências e modas têm um impacto profundo em vários aspectos da sociedade, incluindo comportamento do consumidor, cultura e economia. Nosso principal objetivo é investigar o ciclo de vida das tendências e modas, com ênfase na caracterização dos processos que levam a emergência e eventual declínio ou substituição de uma tendência. Em tempo, modas são tendências de curta duração. Fatores como saturação, fadiga, mudança de valores culturais e surgimento de novas preferências podem contribuir para o declínio de uma tendência. Nesse projeto vamos focar em duas pressões antagônicas: o conformismo e a singularidade que são suficientes para produzir os ciclos de formação e declínio das tendências. Utilizaremos simulação baseada em agentes, onde cada agente é programado com um conjunto de regras e comportamentos que ditam como eles agem e reagem ao seu ambiente e a outros agentes, de forma a implementar os desejos de se encaixar como parte de um grupo social (conformismo) e o de ser diferente (singularidade). De particular interesse é o entendimento de como a topologia da rede de influência mútua entre os agentes (rede social) afeta a dinâmica das tendências e modas.

## 3. Justificativa

O filósofo Eric Hoffer (1955) afirmou: “Quando as pessoas são livres para fazer o que quiserem, elas geralmente imitam umas às outras. . . Uma sociedade que dá liberdade ilimitada ao indivíduo, na maioria das vezes atinge uma mesmice desconcertante”. O papel da imitação como amálgama de grupos de animais sociais é claramente expresso por Bloom (2001) “A aprendizagem imitativa age como uma sinapse, permitindo que a informação pule a lacuna de uma criatura para outra”. Essa metáfora do cérebro coletivo vem sendo utilizada com sucesso em implementações *in silico* de heurísticas para solução de problemas combinatoriais complexos (Kennedy, 1999; Fontanari, 2014).

Entre os humanos, a tendência natural a imitar é amplificada pela pressão social para se conformar. Desde o trabalho pioneiro de Asch (1955), psicólogos e sociólogos reconhecem a notável força da conformidade, decorrente da necessidade fundamental das pessoas de se encaixar como parte de um grupo social. De fato, as pessoas tendem a se sentir desconfortáveis em considerar, manter e expressar crenças que entram em conflito com as visões predominantes ao seu redor, bem como em se comportar de maneira distinta, de maneiras que possam expô-las como estranhas ao grupo. Um conceito importante ligado ao conformismo é o da cascata informacional que ocorre quando é

ótimo para um indivíduo, tendo observado as ações dos que estão à sua frente, imitar o comportamento do indivíduo precedente sem levar em consideração suas próprias informações (Bikhchandani et al., 1992, Bikhchandani et al., 1998). O conformismo leva ao pensamento de grupo, que ocorre quando todos em um grupo começam a pensar igual, resultando usualmente em consequências desastrosas (Janis, 1982).

Entretanto, se a única pressão sobre as pessoas fosse o conformismo teríamos uma situação similar ao celebrado concurso de beleza keynesiano (Keynes, 1936), no qual o que é 'legal' é exatamente o que todo mundo acredita ser 'legal'. O fato dessa afirmação explicar muito do que observamos na sociedade (por exemplo, pessoas famosas por nenhuma outra razão além de serem famosas) confirma a importância do conformismo. Nesse caso deveríamos esperar observar a convergência para um equilíbrio caracterizado por uma sociedade monolítica. Mas, em vez disso, observamos uma diversidade persistente.

Uma explicação interessante para a diversidade observada é que membros da classe alta tentam se distinguir da plebe, enquanto a plebe tenta imitá-los. A dinâmica resultante de imitação e diferenciação (ou “perseguir e fugir”) pode levar a ciclos de modas (Simmel, 1957). Sem dúvida, existem contextos em que as elites iniciam modas e todos os demais se esforçam para imitá-las, mas em muitos outros contextos, grupos com status inferior ou igual também se esforçam para se diferenciar (Berger & Heath, 2008).

De fato, juntamente com a tendência à conformidade há uma necessidade humana igualmente universal de singularidade (Leibenstein, 1950). Preferências por padrões comportamentais idiossincráticos podem preservar a diversidade. Nesse projeto de pesquisa vamos investigar como a tensão entre conformidade e singularidade pode levar a uma situação de mudança constante nas preferências das pessoas (Golman et al., 2022). Para realizar esse estudo, vamos tomar emprestado o modelo baseado em agentes proposto por Bettencourt (2002), que tem uma forte conexão com conceitos fundamentais da física contemporânea, como a criticalidade auto-organizada (Back, 1996) e a teoria da percolação (Stauffer & Aharony, 1992).

Vale lembrar que as simulações baseadas em agentes são modelos computacionais que simulam o comportamento e as interações de entidades autônomas conhecidas como agentes. Em uma simulação baseada em agentes, cada agente é programado com um conjunto de regras e comportamentos que ditam como eles agem e reagem ao seu ambiente e a outros agentes. Esses agentes podem exibir uma variedade de características, como habilidades de tomada de decisão, memória, capacidade de aprendizado e interações sociais. A simulação permite que observemos e analisemos como as ações e interações desses agentes influenciam o comportamento e a dinâmica do sistema como um todo. Trata-se mais de uma mentalidade do que de uma tecnologia: a mentalidade das simulações baseadas em agentes consiste em descrever um sistema da perspectiva de suas unidades constituintes (Bonabeau, 2002).

#### **4. Resultados Anteriores**

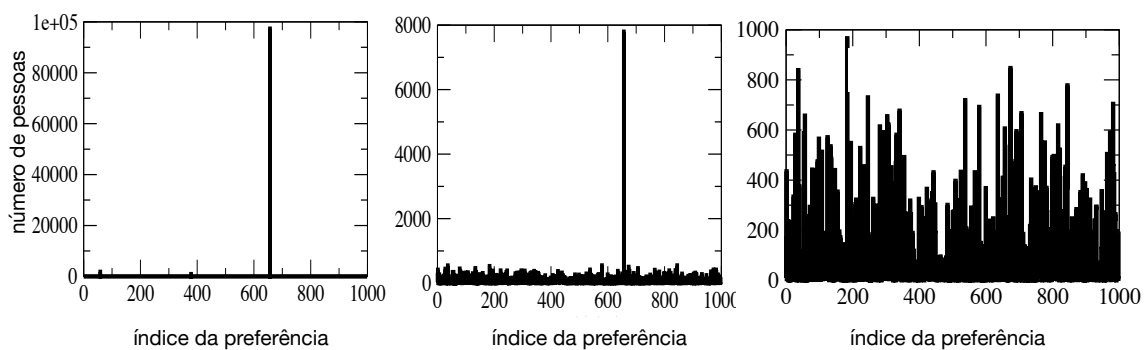
Não se aplica.

## 5. Objetivos

Implementar simulações baseadas em agentes para descrever a dinâmica de tendências seguindo o modelo proposto por Bettencourt (2002). Nesse modelo (veja mais detalhes na seção seguinte), um determinado agente pode ser influenciado (ou influenciar) qualquer outro agente na população. Vamos considerar que o círculo social de cada agente pode ser limitado a subconjuntos da população, como acontece na realidade nas redes sociais (Strogatz, 2001; Albert & Barabási, 2002). Essas restrições condicionam efetivamente o fluxo de informações e tornam as escolhas de alguns indivíduos mais influentes do que as de outros. Assim, *nosso objetivo é verificar como a topologia da rede de influência mútua entre os agentes afeta a dinâmica de formação e colapso das tendências e modas*. Nesse aspecto, vamos considerar tanto redes regulares quanto redes complexas (Albert & Barabási, 2002).

## 6. Métodos

Trata-se do estudo computacional de um sistema de  $N$  agentes capaz de exibir propriedades emergentes ou coletivas (modas, no caso). Cada agente é caracterizado por uma única preferência em um determinado momento. Essa preferência pode ser alterada pela interação entre os agentes. Por exemplo, se o agente  $i$  interage com o agente  $j$  cuja preferência está com uma tendência de alta maior que a dele, o agente  $i$  muda de preferência e adota a preferência mais promissora do agente  $j$ . Esse processo de imitação corresponde a pressão do conformismo. Por outro lado, se a preferência do agente  $i$  é a mesma dos agentes com quem ele interage e sua taxa de aumento na população é menor que um certo limiar (esse é o caso de uma moda que tomou conta da maior parte da população), então o agente  $i$  muda para uma preferência nova, que ninguém exibe na população no momento. Esse processo corresponde a pressão por singularidade.



O painel da esquerda ilustra a dominação de apenas uma preferência (moda) seguida pela deserção de alguns dissidentes (painel central) que leva ao colapso da moda e a competição entre várias preferências (painel da direita). Eventualmente apenas uma dessas preferências dominará a população repetindo o ciclo. Extraído e adaptado de Bettencourt (2002).

As simulações baseadas em agentes serão realizadas inicialmente utilizando-se a linguagem Python, mas eventualmente será necessário migrar para linguagens de programação mais eficientes como Julia ou C a fim de descrevermos populações grandes (as simulações ilustradas na figura são para  $N = 10^5$  indivíduos). A vantagem da linguagem Python é a existência de diversas bibliotecas para gerar (e principalmente visualizar) as redes complexas que determinam as redes sociais dos agentes. Um desafio interessante será a caracterização dos ciclos de formação e colapso das modas, utilizando conceitos de Mecânica Estatística como a entropia de Shannon e percolação.

## **7. Detalhamento das atividades a serem desenvolvidas pelo bolsista**

O projeto é pensado para ser desenvolvido pelo bolsista num período de 12 meses. Inicialmente, o estudante deverá se familiarizar com a teoria econômica das tendências e modas pela leitura dos artigos clássicos Bikhchandani et al. (1992) e Bikhchandani et al. (1998). Entendido o problema a ser estudado no seu contexto sócio-econômico, o estudante deverá então reproduzir os resultados do modelo baseado em agentes proposto por Bettencourt (2002), desenvolvendo códigos na linguagem Python. Na sequência, o estudante deverá se familiarizar com a literatura de redes complexas e introduzir esse elemento no modelo de Bettencourt (2002). Esse é ingrediente original do projeto de pesquisa. No cronograma de execução, as atividades a serem desenvolvidas pelo estudante são apresentadas de forma muito mais detalhada.

## **8. Resultados previstos e seus respectivos indicadores de avaliação**

O resultado previsto é o desenvolvimento de códigos computacionais que implementem uma simulação baseada em agentes para gerar os ciclos de altos e baixos que caracterizam as tendências e modas na sociedade. O aspecto original do projeto é a introdução de redes sociais mais realísticas no modelo de Bettencourt (2002). A avaliação será realizada pela validação dos códigos computacionais, bem como pela capacidade de apresentar e discutir os resultados obtidos nos relatórios semestrais do Programa de Iniciação Científica da USP e presencialmente no SIICUSP.

## **9. Cronograma de execução**

Como já mencionado, o projeto é pensado para ser desenvolvido por um estudante num período de 12 meses. O cronograma de execução é dividido em bimestres, conforme tabela a seguir.

<b>Bimestre 1</b>	Familiarização com a teoria de tendências e modas sob a perspectiva econômica através da leitura dos artigos clássicos Bikhchandani et al. (1992) e Bikhchandani et al. (1998).
-------------------	---

<b>Bimestre 2</b>	Leitura e reprodução do artigo Bettencourt (2002) onde é apresentado o modelo de agentes que reproduz os ciclos de formação e declínio das modas para populações homogêneas (ou seja, não há restrição nas interações entre agentes). Na reprodução dos resultados será usada a linguagem Python.
<b>Bimestre 3</b>	Continuação do item anterior, agora utilizando Julia ou C para simular populações grandes, caso isso seja inviável em Python. Redação do relatório semestral para o programa de IC-USP.
<b>Bimestre 4</b>	Familiarização com a teoria de redes complexas e domínio das técnicas de geração e visualização gráfica dessas redes seguindo Albert & Barabási (2002).
<b>Bimestre 5</b>	Implementação do modelo de Bettencourt (2002) com as interações entre agentes determinadas por redes complexas.
<b>Bimestre 6</b>	Análise dos resultados obtidos com ênfase na influência da topologia da rede de interação nos ciclos de formação e declínio das modas. Redação do relatório anual para o programa de IC-USP e preparação da apresentação para o SIICUSP.

## 10. Outras informações que sejam relevantes para o processo de avaliação

Trata-se de um projeto original de Iniciação Científica que poderá ser utilizado pelo bolsista como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), caso seja de interesse. Ao fim do projeto, espera-se que o bolsista tenha se familiarizado com os aspectos psicossociológicos dos processos de influência social, contribuindo assim para a sua formação como cidadão crítico e atento aos problemas de nossa sociedade. Além disso, sob uma perspectiva mais técnica, o estudante será exposto a conceitos avançados da programação baseada em agentes e da modelagem de sistemas complexos, incluindo redes complexas. Nesse aspecto, é desejável que o estudante tenha cursado ou curse concomitantemente com o desenvolvimento do projeto a disciplina 7600132 Introdução à Modelagem Matemática em Biologia.

## 11. Bibliografia

- Asch SE (1955) Opinions and Social Pressure. *Scientific American* **193**, 31–35.
- Albert R & Barabási A-L (2002) Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics* **74**, 47–97.
- Bak P (1996) *How nature works: the science of self-organized criticality* (Copernicus, New York)
- Berger J & Heath C (2008) Who drives divergence? Identity signaling, outgroup dissimilarity, and the abandonment of cultural tastes. *Journal of personality and social psychology* **95**, 593-607.
- Bettencourt LMA (2002) From boom to bust and back again: the complex dynamics of trends and fashions. *arXiv/cond-mat: 0212267*.

- Bikhchandani S, Hirshleifer D & Welch I (1992) A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades. *Journal of Political Economy* **100**, 992-1026.
- Bikhchandani S, Hirshleifer D & Welch I (1998) Learning from the Behavior of Others: Conformity, Fads, and Informational Cascades. *Journal of Economic Perspectives* **12**, 151-170.
- Bloom H (2001) *Global Brain: The Evolution of Mass Mind from the Big Bang to the 21st Century* (Wiley, New York)
- Bonabeau E (2002) Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **99**, 7280-7287.
- Fontanari JF (2014) Imitative Learning as a Connector of Collective Brains. *PLoS ONE* **9**, e110517.
- Golman R, Bugbee EH, Jain A & Saraf S. (2022) Hipsters and the cool: A game theoretic analysis of identity expression, trends, and fads. *Psychological Review* **129**, 4–17.
- Hoffer E (1955) *The Passionate State of Mind* (aphorism 33, Harper, New York)
- Janis IL (1982) *Groupthink: Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascoes* (Cengage Learning, New York)
- Kennedy J (1999) Minds and cultures: Particle swarm implications for beings in sociocognitive space. *Adaptive Behavior* **7**, 269–288.
- Keynes JM (1936) *General theory of employment, interest and money* (Harcourt Brace, New York)
- Leibenstein H (1950) Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand. *The Quarterly Journal of Economics* **64**, 183–207.
- Simmel G (1957) Fashion. *American Journal of Sociology* **62**, 541–558.
- Stauffer D & Aharony A (1992) *Introduction to percolation theory* (Taylor & Francis, London).
- Strogatz SH (2001) Exploring complex networks. *Nature* **410**, 268-276.