



ECONOMIA E COMPLEXIDADE

TEORIAS CONTEMPORÂNEAS DE ECONOMIA

PROF. FABIO BARBIERI

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Leituras obrigatórias

- FREITAS, G. G. Economia e Sistemas Complexos. Cap1.4. São Paulo: FEA-USP – dissertação de mestrado, 2003.
- BARBIERI, F. Hayek e a Complexidade. Manuscrito.

Leituras sugeridas na área

- TEFATSION, L. JUDD, K. (ed.) Handbook of Computational Economics: agente-based computational economics. Vol 2. Amsterdam: North-Holland, 2006.
- ARTHUR, B. et all. (ed). The Economy as an Evolving Complex System II. Santa Fé Institute, 1997.
- Johnson, S. Emergência: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.
- Holland, J. H. Hiden Order: how adaptation builds complexity Cambridge: Perseus, 1995.
- Page, S. E. e Miller, J. H. Complex Adaptive Systems: na introduction to computational models of social life. Princeton: Princeton University Press, 2007.
- MITCHELL, M. Complexity: a guided tour. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- Flake, G. W. The Computational Beauty of Nature. Cambridge: MIT Press, 1998.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

● Leituras obrigatórias

- FREITAS, G. G. Economia e Sistemas Complexos. Cap1.4. São Paulo: FEA-USP – dissertação de mestrado, 2003.
- BARBIERI, F. Hayek e a Complexidade. Manuscrito.

● Leituras complementares sobre temas associados

- MANDEVILLE, B. A Fábula das Abelhas
- SMITH, A. A Riqueza das Nações
- DAWKINS, R. A Escalada do Monte Improvável e O Gene Egoísta
- Popper, K.R. Nuvens e Relógios em Conhecimento Objetivo
- HAYEK, F.A. Lei, Legislação e Liberdade e O Conceito Fatal
- MENGER, C. On the Origins of Money

● Material online

- Profa. Tesfatsion - <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/ace.htm>

ROTEIRO

- Introdução: economia e complexidade
- complexidade e emergência
- auto-organização e interdisciplinaridade
- modelos baseados em agentes
- economia evolucionária
- conclusão

The background features a complex, fractal-like pattern in shades of brown and black, resembling a natural structure like a tree or a snowflake. Overlaid on this are light blue circuit lines with circular nodes, extending from the left and right sides towards the central text box.

ECONOMIA E COMPLEXIDADE

INTRODUÇÃO À ABORDAGEM

INTRODUÇÃO

- Abordagem de Complexidade em Economia responde a um *trade-off* metodológico
 - Teoria pura: requer simplificações drásticas → **irrealismo dos modelos**
 - História econômica: muitos detalhes concretos → **ausência de generalizações úteis**
- Ao adotar modelos computacionais, temos um meio termo:
 - Modelos possibilitam maior realismo através de simplificações menos drásticas
 - Modelos possibilitam discernir padrões pela repetição das simulações
- Economia e Complexidade é portanto uma síntese entre os vícios de formalismo e historicismo exagerados
 - Se aproxima da solução de Menger no *methodenstreit*

INTRODUÇÃO

- Repasso histórico

- Sec. XIX: conceitos de auto-organização, conseqüências não intencionais da ação humana, evolução e adaptação
- Sec XX: formalização e empirismo geraram adoção de modelos simplificados
- Pretensão de desenho e controle: economistas passaram a transferir a simplicidade do modelo para a realidade modelada (vício ricardiano)
 - Mão invisível de Smith é repetidamente ridicularizada
- Reação pontual:
 - inspiração na biologia evolucionária, não na mecânica clássica
 - uso de ferramenta computacional em vez do cálculo de otimização
 - Smith, Menger e Hayek se tornam precursores da abordagem de complexidade em economia

INTRODUÇÃO

- **O** que é abordagem de complexidade?
 - Abordagem interdisciplinar: economia, biologia, linguística, computação, ciências sociais, ...
 - Nessas áreas, existem fenômenos complexos
 - **Insetos:** coordenação sem comando central entre as atividades especializadas de cada indivíduo e a interação entre eles resulta na emergência de estruturas altamente organizadas e adaptadas, como sistemas de ventilação de um cupinzeiro
 - **Insetos:** distância entre depósitos de lixo, comida e berçários tendem a ser maximizadas em formigueiro
 - **Aves:** voo coordenado de indivíduos
 - **Mercados:** a cada instante as preferências, as tecnologias e as disponibilidades de recursos utilizados na produção e troca de milhões de bens e serviços se alteram e ocorre adaptação
 - **Moeda:** emergência de meio indireto de troca x sua adoção a partir do reconhecimento de sua utilidade

INTRODUÇÃO

- **Emergência da coordenação:** surgimento de ordem sem coordenação central
- **Aparente funcionalidade:** adaptação como resultado da ação, mas não da intenção dos agentes (Adam Ferguson)
- Modelos computacionais dão conta de relações entre agentes (estruturas) em vez de descrever médias
- Em vez de demonstrações dedutivas ou observação empírica direta, modelos computacionais exploram conjecturas e as testam em simulações repetidas em ambientes artificiais abstratos que não ignoram relações estruturais

INTRODUÇÃO

- Características dos modelos computacionais
 - Agentes heterogêneos
 - Regras simples de comportamento
 - Interação local entre agentes
 - Interação entre agentes simula evolução do sistema
 - Aprendizado dos agentes: regras são avaliadas, re combinadas e modificadas
 - Simulações mostram condições para emergência de ordem e adaptação
- Discussão metodológica
 - Individualismo metodológico: explicações *bottom-up*
 - Explicação que transcende objetivos e ações dos agentes
 - O fundo de verdade no chavão “o todo é maior do que a soma das partes”

ECONOMIA COMPUTACIONAL BASEADA EM AGENTES

- Propriedades dos fenômenos econômicos modelados (Tesfatsion)

1. Entidades heterogêneas que interagem entre si
2. Sistemas dinâmicos abertos explicados por essas interações
3. Agentes decidem estrategicamente, considerando memória e expectativas das ações dos demais
4. Entidades agem baseadas em seus estados
5. Ações afetam estados dos demais agentes

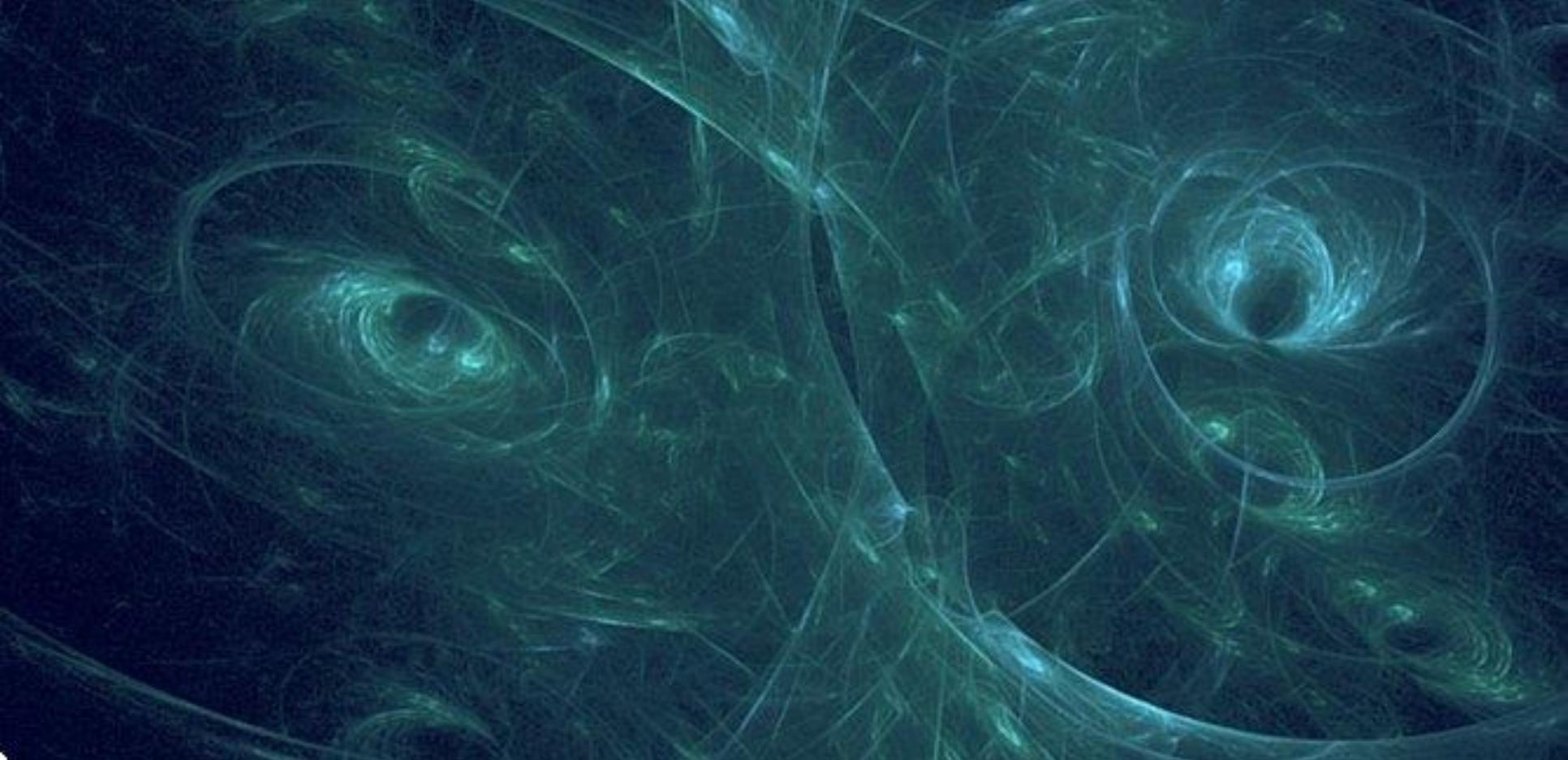
• Princípios de Modelagem (Tsfatsion)

- (MP1) **Definição de Agente:** Um agente é uma entidade de software dentro de um mundo computacionalmente construído capaz de agir com base em seu próprio estado, ou seja, seus próprios dados internos, atributos e métodos.
- (MP2) **Escopo do Agente:** Os agentes podem representar indivíduos, agrupamentos sociais, instituições, entidades biológicas e/ou entidades físicas.
- (MP3) **Construtividade Local do Agente:** A ação de um agente em qualquer instante é determinada em função do próprio estado do agente naquele instante.

ECONOMIA COMPUTACIONAL BASEADA EM AGENTES

• Princípios de Modelagem (Tsfatsion)

- (MP4) **Autonomia do Agente**: A coordenação das interações de agentes não pode ser imposta externamente por meio de restrições flutuantes livres, ou seja, restrições não incorporadas dentro dos estados agentes.
- (MP5) **Construtividade do Sistema**: O estado do mundo computacionalmente construído em qualquer instante é determinado pelo conjunto de estados agentes naquele instante.
- (MP6) **Historicidade do Sistema**: Dado os estados iniciais do agente, todos os eventos subsequentes no mundo computacionalmente construído são determinados apenas por interações de agentes.
- (MP7) **Modelador como observador externo**: O papel do modelador do mundo computacionalmente construído limita-se à definição dos estados agentes iniciais e à observação, análise e relato não perturbacional dos resultados globais.



COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA



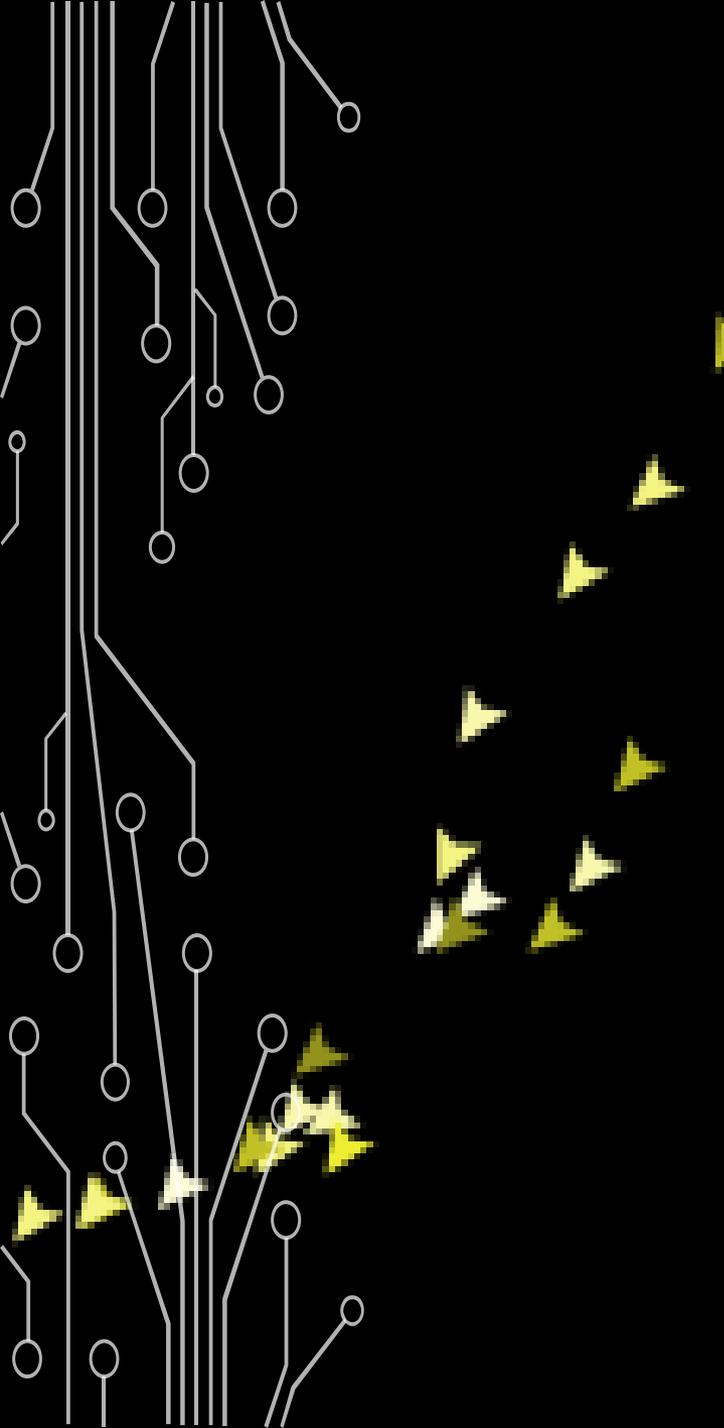
EMERGÊNCIA DE ORDEM

- Interação entre agentes gera algo novo
- Nas ciências sociais
 - Coordenação nos mercados, leis, regras gramaticais, sistemas monetários
 - “Fruto da ação, mas não da intenção humana” Adam Fergurson
- Nas ciências biológicas
 - Exemplo: formação de voo em V

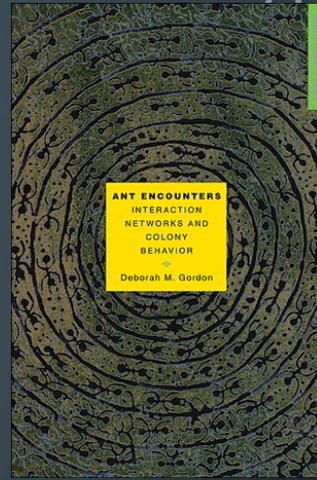


MODELO: VOO EM V

- Cada pássaro começa com uma posição aleatória.
- Se o pássaro não puder ver nenhum outro em seu alcance de visão, ele continuará a voar em linha reta em sua velocidade base normal.
- Se ele pode ver outro pássaro, ele segue na ordem 4 regras básicas:
 1. Se ele estiver muito longe (além da distância para obter um benefício de corrente ascendente) do pássaro visível mais próximo, ele se virará em direção a esse pássaro e acelerará para chegar perto dele.
 2. Uma vez que esteja perto o suficiente de outro pássaro, ele se moverá aleatoriamente para um lado ou outro até que sua visão não esteja mais obstruída.
 3. Se chegar muito perto de outro pássaro, vai desacelerar.
 4. Uma vez que as três condições acima são atendidas (a ave tem uma visão desobstruída e está suficientemente perto, mas não muito perto de outro pássaro), o pássaro definirá tanto sua velocidade quanto sua direção a de seu vizinho visível mais próximo.



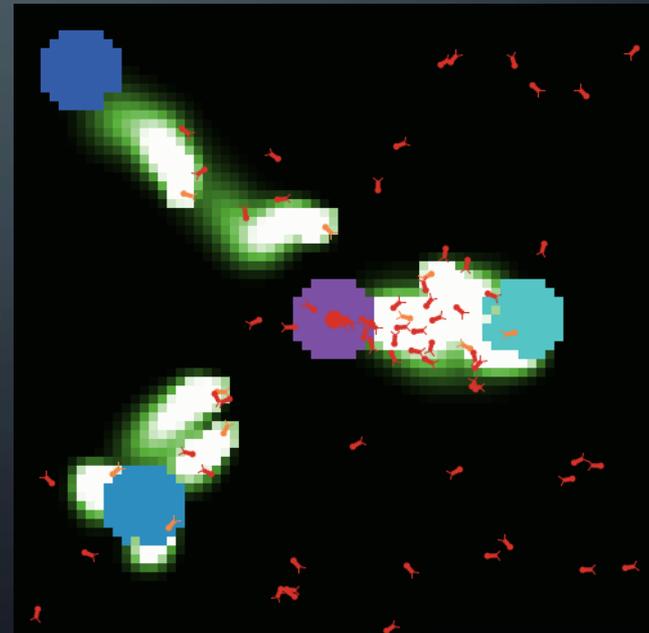
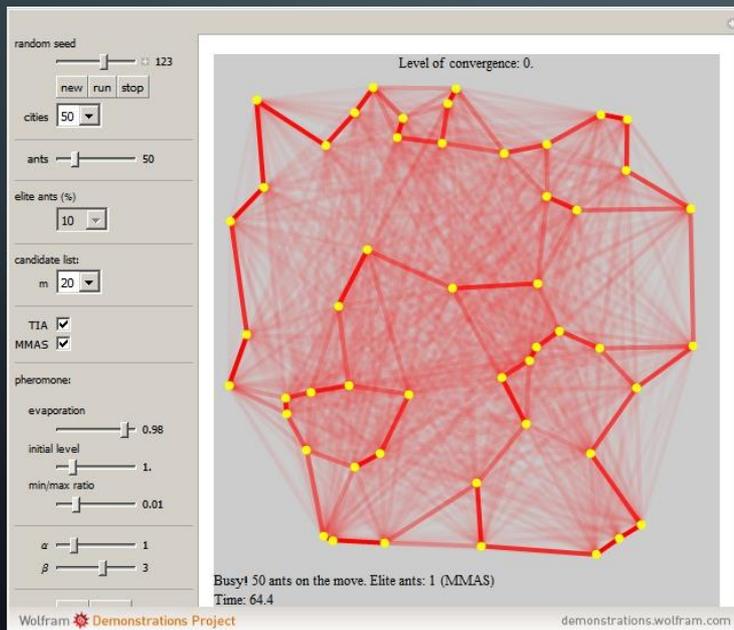
DEBORAH GORDON: A MÃO INVISÍVEL DO FORMIGUEIRO



- Recurso escasso: tempo de trabalho das formigas
- Alocação entre as atividades:
 - patrulha, busca de comida, manutenção do formigueiro, limpeza, cuidado com os ovos, cuidado com os filhotes.
- Interação local descentralizada via:
 - traços de feromônio
 - toques de antena
- Problema: alocação de recursos escassos a fins alternativos com a) agentes com conhecimento limitado e b) complexidade do problema da coordenação
- Realocação de trabalhos:
 - Menino chuta formigueiro. O que faz com que formigas deixem seus empregos para se dedicar a reconstrução do formigueiro?

FORMIGAS MAXIMIZADORAS?

- Problema do caixeiro viajante: como minimizar deslocamentos em uma viagem?
- Algoritmo baseado em formigas:
 - feromônios: afetam comportamento de outros agentes
 - taxa de evaporação: seleciona caminhos mais curtos
 - estrutura com funcionalidade não intencional



COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA

- **Complexidade**: A complexidade de um fenômeno ou padrão é definida como “o número mínimo de elementos que um exemplo do padrão deve consistir de forma a exibir todos os atributos característicos da classe de padrões em questão” Hayek, *The Theory of Complex Phenomena* [1964]
- **Exemplos**:
 - fenômenos simples do mundo físico: $U = R.i$, $F = m. a$
 - fenômenos complexos do mundo físico: queda de folha no chão
 - fenômenos complexo social: determinação dos juros, coordenação através dos mercados, ciclos econômicos
 - $juros = f$ (expectativas sobre investimentos, decisões de poupar, risco do governo pagar dívida, taxa de inflação, progresso técnico, distribuição etária da população, etc...)

COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA

- Fenômenos complexos são difíceis de prever, ou porque o nosso conhecimento sobre os detalhes de seu funcionamento é necessariamente limitado ou porque tais fenômenos não são rigidamente determinados por si mesmos.
- Karl Popper (*On Clouds and Clocks*)
 - determinismo e indeterminismo

RELÓGIOS



NÚVENS

pêndulo cristal concha organismo gramática moda gases

Pergunta: onde ficam os mercados no diagrama acima?

COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA

- Fenômenos complexos: capacidade de entendimento e controle diminui com aumento da complexidade
 - exemplo: tamanho do grupo a ser administrado
- Planejamento Consciente x Auto-organização das Ordens Espontâneas (F. Hayek, M. Polanyi)
 - Planejamento: **UP - DOWN** (*limitado a fenômenos simples*)
 - Auto-organização: **BOTTOM - UP** (*fenômenos simples e complexos*)
- Exemplos:
 - Planejamento: exército, estratégias das firmas
 - Auto-organização : mercados, mecanismos de controle dos organismos vivos, como a abertura da pupila
 - **pergunta: a moeda surgiu como fenômeno espontâneo ou sua criação foi planejada?**

COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA

- As ordens espontâneas *geralmente* são muito complexas para ser criadas, elas são fenômenos **emergentes**.
- As ordens espontâneas *geralmente* são muito complexas para ser gerenciadas, elas são fenômenos **auto-organizáveis**.
- Logicamente: complexo → não planejamento
- **Emergência**: surgimento não planejado de uma ordem complexa a partir da interação de seus elementos individuais que seguem regras simples. → *novidade, surpresa*.
- **Auto - organização**: ordem organizada por interação *botton-up*, como por exemplo o mecanismo de correção de erros dado pela seleção natural.

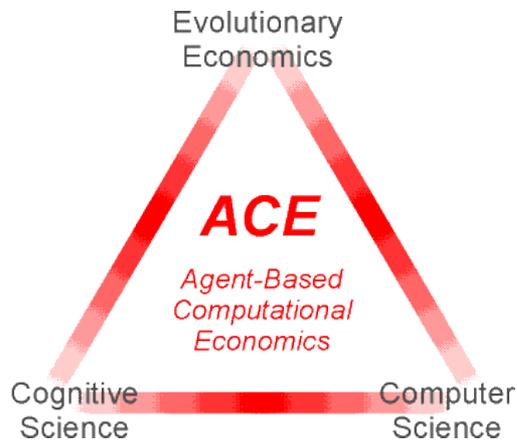


AUTO-ORGANIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE

INTERDISCIPLINARIDADE

1. Economia e complexidade requer ferramental interdisciplinar
2. Abordagem de complexidade se depara com fenômenos similares (auto-organização, adaptabilidade) em diversas ciências

COMPLEXIDADE NA ECONOMIA



- Disciplinas combinadas
 - Economia: alocação, coordenação
 - Biologia evolucionária: adaptação
 - Filosofia da ciência: conhecimento e aprendizado
 - Computação: simulação de interações
 - História: ilustração de sistemas emergentes auto-organizados

AUTO-ORGANIZAÇÃO NA ECONOMIA E OUTRAS CIÊNCIAS

- Teoria da mente:

- Descartes: 'fantasma na máquina'
- M. Polanyi, G. Ryle: conhecimento tácito, habilidades, distinção entre "saber que" e "saber como"

- Lingüística

- esperanto x evolução das línguas

- Ciência da computação:

- programação tradicional: o planejador tem consciência do funcionamento de cada aspecto do software
- programação descentralizada: o programador apenas instruir a máquina a aprender por tentativas e erros. Neste caso, não se sabe os detalhes de como o programa chegou a certo resultado
- exemplo: o aquário virtual de Terzopoulos

AUTO-ORGANIZAÇÃO NA ECONOMIA E OUTRAS CIÊNCIAS

● Biologia:

- formigueiro: formiga rainha agindo como Stálin x auto-organização. Ferormônios como forma de comunicação.
- comportamento aparentemente teleológico: plantas que ‘buscam’ o sol.
- adaptação e seleção natural.

● Economia:

- F. Bastiat: ‘Paris é alimentada!’ ; L. Reed: ‘Eu, o lápis’.
- complexidade do problema alocativo: como a partir das opiniões dos agentes sobre os fundamentos da economia (recursos, tecnologias, gostos e dotações) pode-se obter uma alocação ‘econômica’ a partir da cooperação voluntária sem gerar o caos completo?

AUTO-ORGANIZAÇÃO NA ECONOMIA E OUTRAS CIÊNCIAS

- Em todas os exemplos apontadas acima encontramos em comum o conceito fundamental de evolução, desenvolvido na biologia por Charles Darwin.
- ***Pergunta: a idéia de seleção natural e evolução pode vir a ser a base da Economia, que nos últimos dois séculos tem se inspirado na mecânica clássica?***

The image features a dark background with a glowing, fiery tree-like structure in the center. The tree's crown is bright orange and yellow, with a dense, textured appearance. The trunk and branches are composed of white, circuit-like lines and nodes, extending from the top and bottom edges of the frame. The overall aesthetic is futuristic and technological.

MODELOS BASEADOS EM AGENTES

MODELOS BASEADOS EM AGENTES

- Revisitando o dilema metodológico básico
 - Modelos tradicionais: requerem simplificações exageradas
 - História econômica: ausência de conclusões gerais
- Alternativa: modelos baseados em agentes
 - O que são? Situações econômicas modeladas em ambiente computacional com agentes que seguem regras simples, interagem localmente, possivelmente havendo aprendizado, coordenação e adaptação
- Vejamos alguns exemplos de modelos básicos e técnicas computacionais

MODELO DE PREDACÃO

- Modelo no NetLogo
- Parâmetros:
 - Número inicial de lobos, cordeiros, grama
 - Taxa de crescimento da grama
 - Energia que lobo e cordeiros obtém do alimento
 - Energia gasta ao longo do tempo
 - Regra de produção das espécies
- Estudo de padrões emergentes desse eco-sistema
- Pergunta: aplicável em Economia?

MODELO DE PREDACÃO

- Modelo no NetLogo

model-version
sheep-wolves-grass

initial-number-sheep 100 initial-number-wolves 50

grass-regrowth-time 60

setup go

Sheep settings

Wolf settings

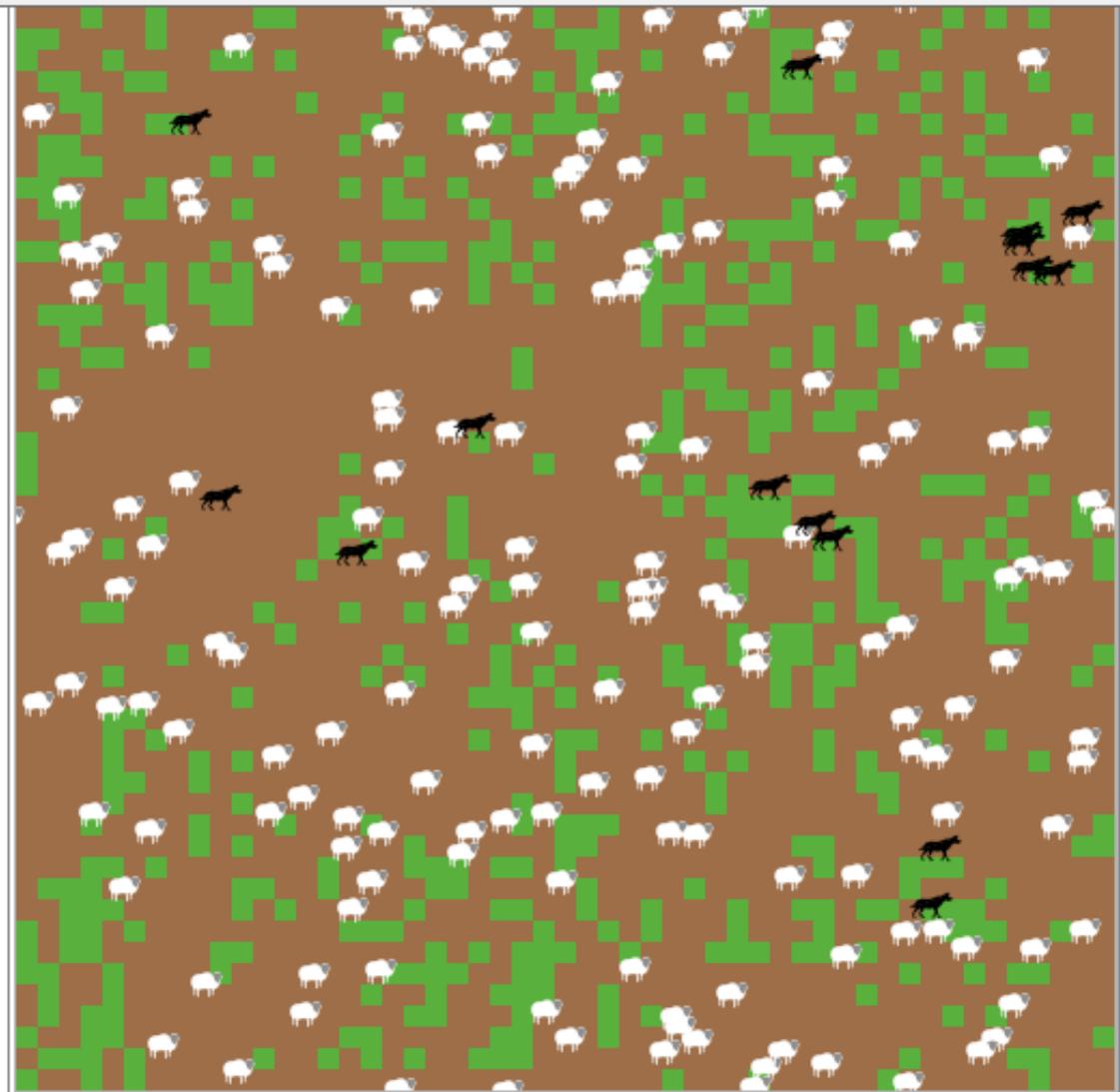
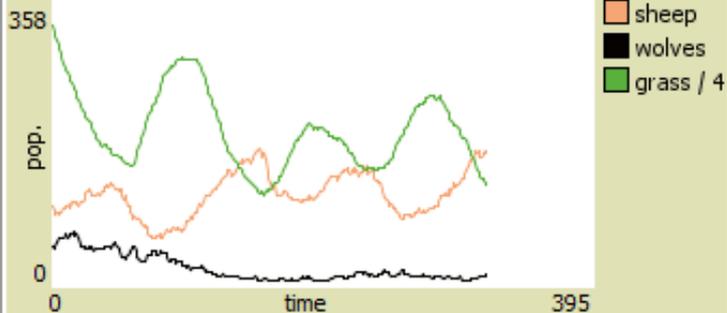
sheep-gain-from-food 4 wolf-gain-from-food 25

sheep-reproduce 4 % wolf-reproduce 5 %

On
 Off show-energy?

sheep	wolves	grass
168	15	128

populations

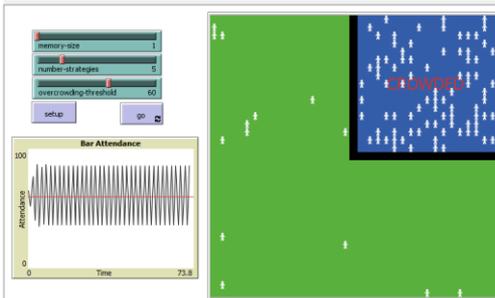


MODELO DO EL FAROL

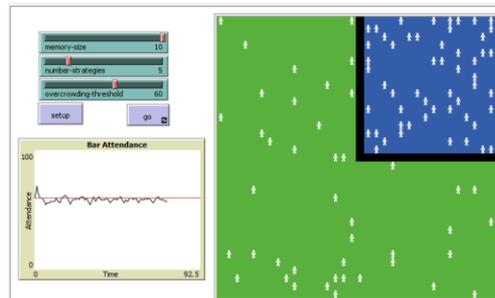
- ARTHUR, B. Inductive Reasoning and Bounded Rationality: the el farol problem. *American Economic Review*, v. 84, 1984.
- El farol: bar no Novo Mexico, EUA, com música irlandesa quintas-feiras a noite
- Clientes
 - Gostam do bar, mas não de aglomeração
 - Decidem se vão ao bar tendo em vista informações sobre lotações passadas, sem coordenar planos
 - Existem diversas estratégias, agentes usam as que tiveram melhor desempenho no passado
- Problema: existe padrão de coordenação? Aprendizado? Como mudanças no modo de aprendizado (uso de regras) afeta aprendizado?

ARTHUR: EL FAROL

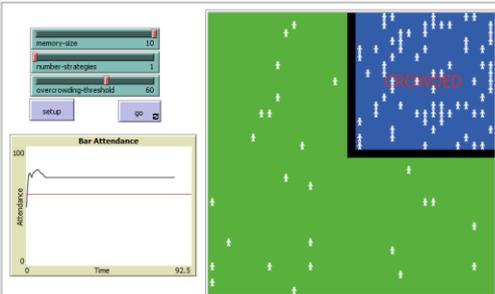
Memória baixa



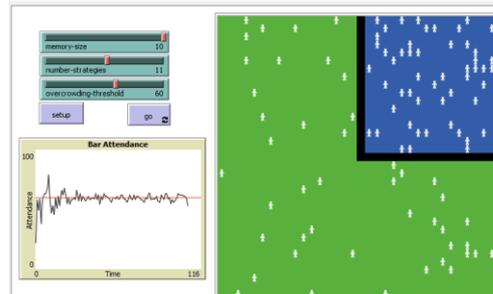
Memória alta



poucas estratégias



muitas estratégias



- Variando os parâmetros no Netlogo
 - Número de estratégias
 - Duração da memória

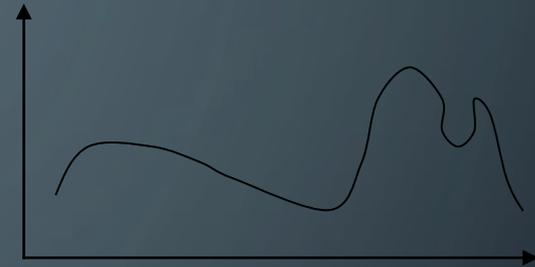
TÉCNICA: ALGORITMO GENÉTICO

- existe um objetivo (maximizar algo, por exemplo)
- o agente segue regras, expressas por 'genes numéricos', como: 001000111
- faça 'mutações' na regra: 00100110
- 'acasale' com outra regra: 11111111
- um dos 'filhos' será 00101111
- teste a regra. Aquelas que melhor sobreviverem reproduzem, as outras são eliminadas

ALGORITMO GENÉTICO

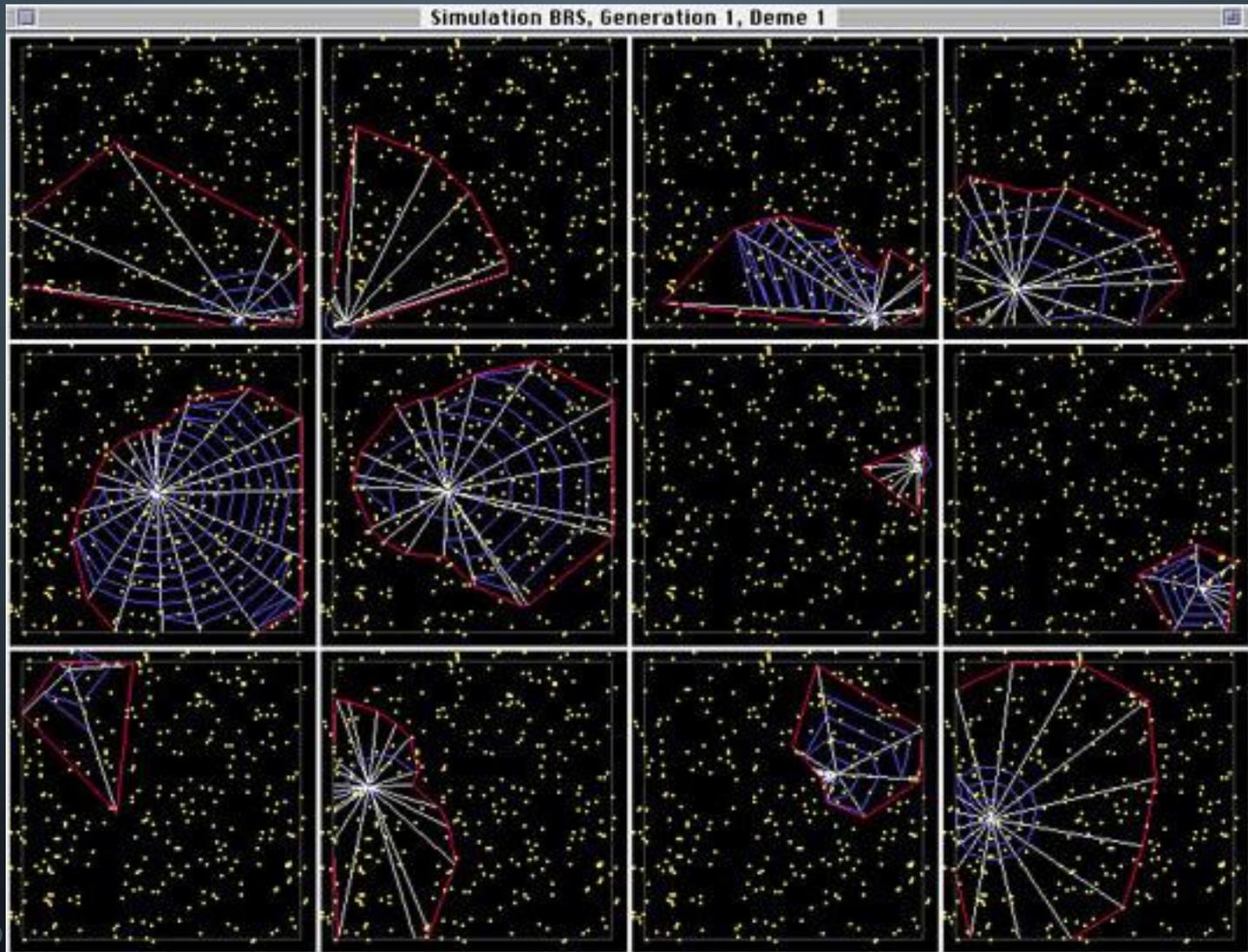
- alguns conceitos:

- *fitness* (s)
- *fitness surface*



- tateamento da vizinhança, sem conhecimento do todo
- Aplicação: teia de aranha de Volrath (Netspinner)
 - teia de aranha de formato qualquer na tela, segundo regra
 - pontos são insetos lançados aleatoriamente
 - cada teia tem uma série de filhos
 - calcula-se o *fitness* de cada um e reproduz aqueles com *fitness* maior

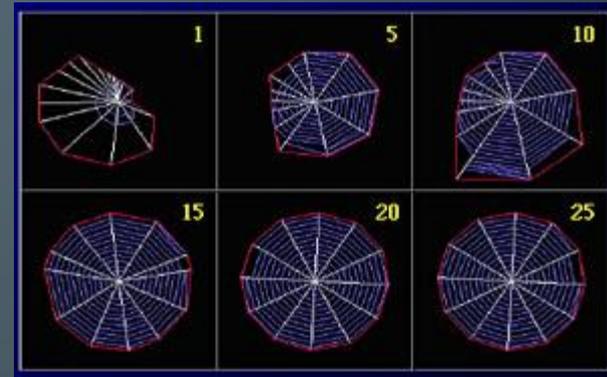
NETSPINNER



ALGORITMO GENÉTICO, ADAPTAÇÃO E ECONOMIA

Algoritmo Genético

Resultado: depois de várias gerações, temos uma convergência para teias relativamente eficientes, parecidas com as reais



Analogia com a ECONOMIA:

A aranha maximiza lucros: **LUCRO** = **RECEITA** - **CUSTOS**

RECEITA: valor dos insetos

CUSTO: energia e material gasto com a teia

Observação: o modelo mostra adaptação, não optimalidade

Pergunta: o que isso diz sobre a exclusividade do conceito de ótimo de Pareto na economia moderna?

ALGORITMO GENÉTICO

● Outro Exemplo:

- O estudo do processo de aprendizado dos agentes em um mercado particular.
- Estuda-se a convergência ao equilíbrio a partir de 'ignorância perfeita' e não conhecimento perfeito (Hayek).
- O algoritmo genético é utilizado não apenas na explicação teórica, mas também em aplicações práticas de engenharia.

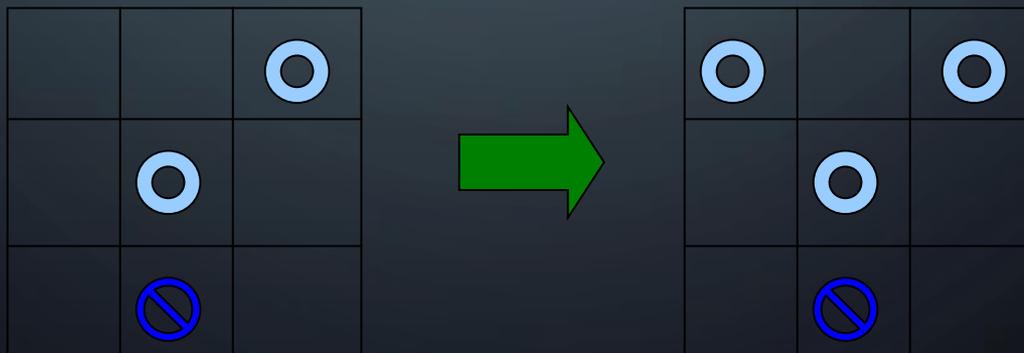
AUTÔMATOS CELULARES

- Definição:

- “Autômatos celulares são sistemas dinâmicos discretos no espaço e tempo, operando em um quadriculado uniforme e regular e são caracterizados por interações locais”.

AUTÔMATOS CELULARES

- para cada célula central estabeleça uma regra como:
 - se a quantidade de vizinhos diferentes for superior a vizinhos iguais, se mova para uma casa ao lado qualquer
 - reproduza o estado mais frequente na vizinhança
 - ou qualquer outra regra que você imaginar
- pode-se repetir inúmeras vezes e observar a evolução do tabuleiro.



ALGUNS EXEMPLOS DE TRATAMENTO DA COMPLEXIDADE NA ECONOMIA

● Autômato Celular

- resultado: emergência e novidade
- triângulos? Eu não programei para que eles surgissem!



AUTÔMATOS CELULARES

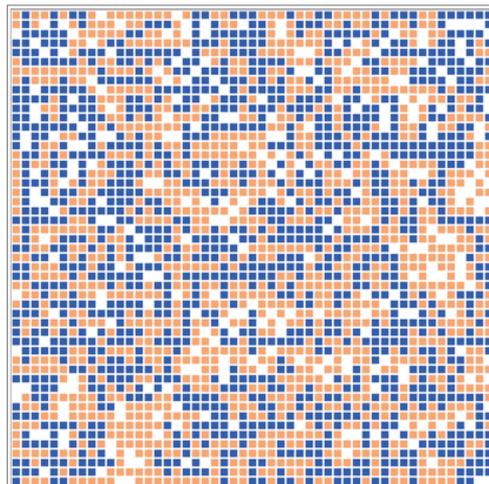
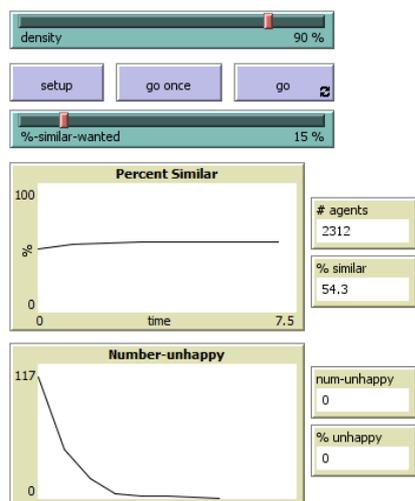
● Autômato Celular

- **Aplicações:**
 - estudo de formação de fungos e várias outras aplicações em biologia
 - estudo de padrões de formação de guetos em cidades
 - estudo das economias de aglomeração
- **Resultado:** surgimento de ordem não intencional, muitas vezes complexas, a partir de seguimento de regras simples

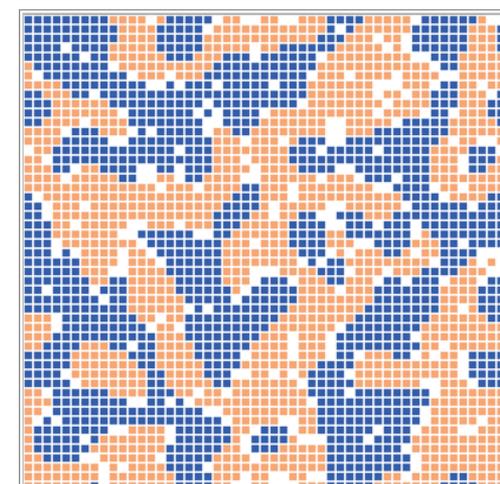
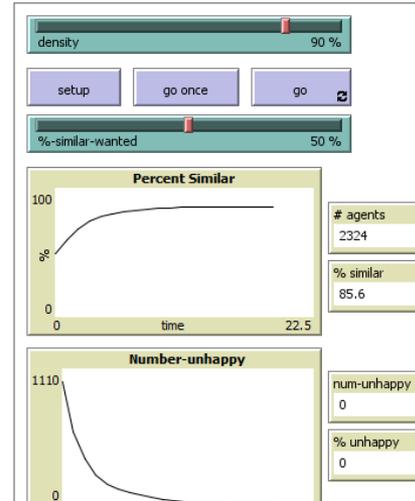
SCHELLING: SEGREGAÇÃO

- Schelling, T. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton.
- Agente tem 8 vizinhos
- Se número de vizinhos diferentes for maior que limite, muda localização
- Resultado: emergência de “guetos” mesmo com tribalismo baixo

Baixa preferência por vizinhos semelhantes



Preferência maior por vizinhos semelhantes



INCÊNDIOS E CLAREIRAS

- **História**

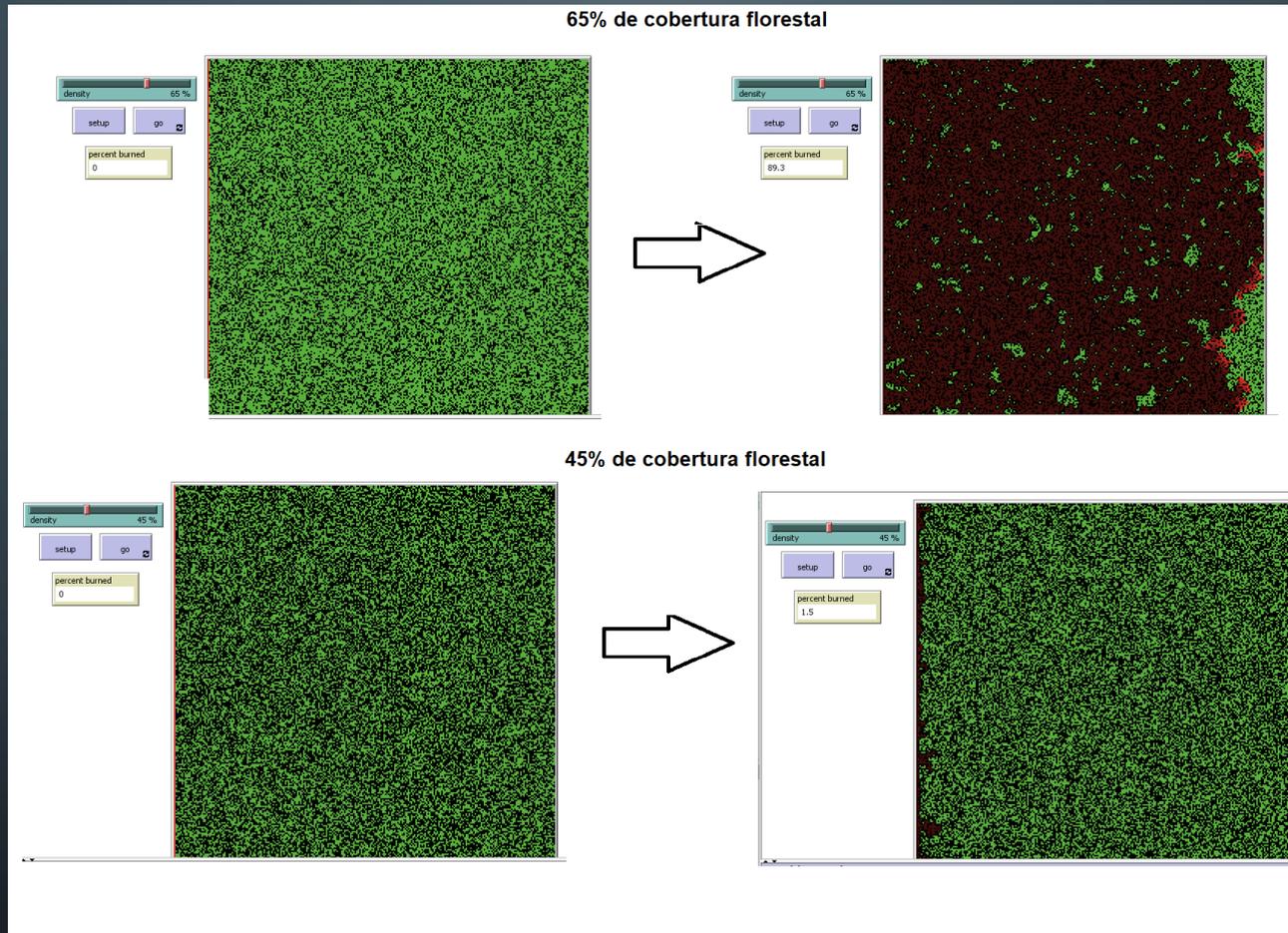
- Campanha intensa de combate a focos de incêndio florestal
- Gerou floresta densa, mas um raio queimou quase tudo
- Pergunta: clareiras exercem papéis importantes como seguros contra incêndio? Ou seja, solução ótima é solução de canto ou não?

- **Automato celular**

- Cada célula é um pedaço de terra com uma árvore ou clareira
- Existe probabilidade de cair um raio em cada sítio
- Se célula vizinha está em chamas, o fogo se alastra para vizinhos
- 2D: cada célula é uma árvore ou clareira de uma planície
- 1D: cada célula é uma árvore ou clareira de um desfiladeiro e cada linha representa um momento no tempo

INCÊNDIOS E CLAREIRAS

- Simulação no Netlogo para dois valores iniciais de cobertura florestal (45% e 65%)



- Discussão: complexidade e consequências não intencionais
- Problema: existe algo como cobertura ótima?



ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA

ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA: SUAS VÁRIAS VERTENTES

- Malthus e Darwin: a origem da evolução
- Mandeville, Smith, Hume, Ferguson: a mão invisível
- Marx: leis de evolução histórica
- Veblen: instituições e historicismo
- Menger: evolução da moeda
- Marshall: a Meca da ciência econômica
- Alchian: lucros e perdas
- Schumpeter, Nelson e Winter: inovações
- Hayek: ordem espontânea

MENGER: A EVOLUÇÃO DA MOEDA

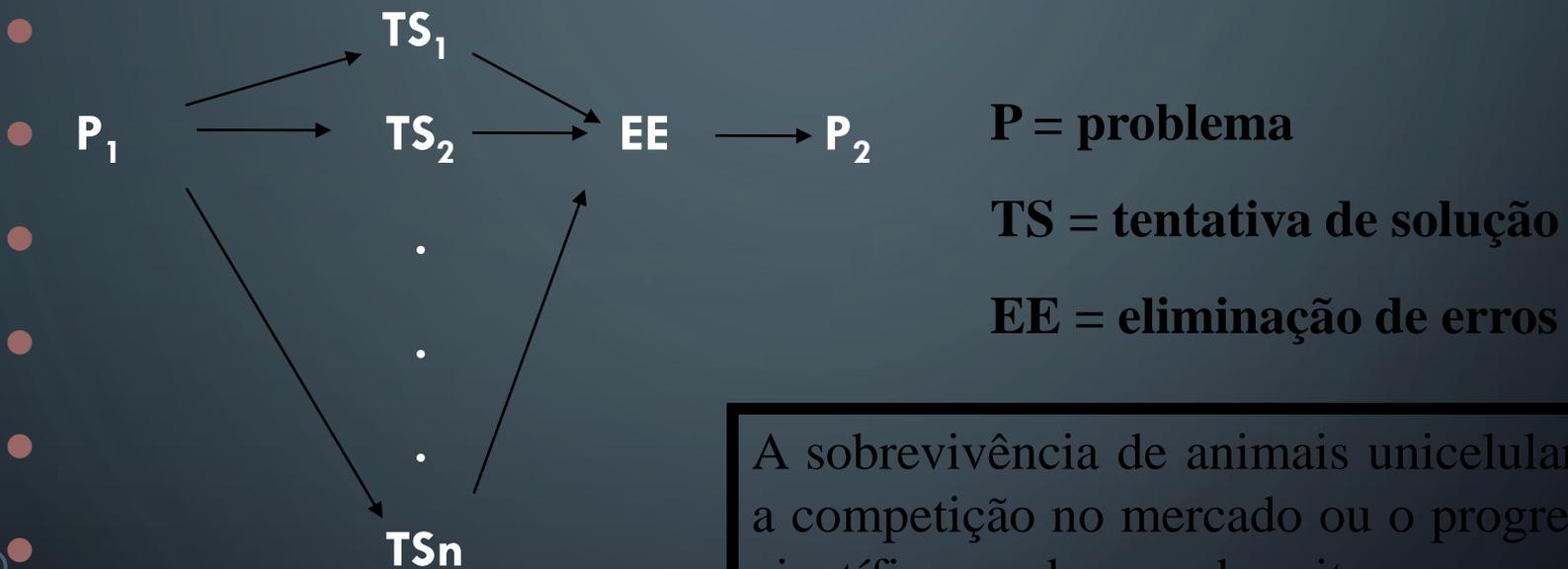
- teoria estatal da moeda x emergência
- as mercadorias têm liquidez diferentes
- a aceitação de mercadoria mais líquida amplia as possibilidades de trocas do usuário e torna o bem mais líquido (**feedback positivo**)
- o sucesso é imitado pelos demais até uma mercadoria se torne 'a' moeda
- uma instituição benéfica para todas, o sistema monetário, emerge espontaneamente a partir de agentes que buscam seu auto-interesse sem se preocupar com o bem-estar dos demais.

ALCHIAN: EVOLUÇÃO E COMPETIÇÃO NOS MERCADOS

- ALCHIAN, A. Uncertainty, Evolution, and Economic Theory. Armen **Alchian** · Journal of Political Economy, 1950, vol. 58, 211
 - as firmas maximizam lucros?
 - Explicação explicitamente evolucionária:
 - “Os equivalentes econômicos da hereditariedade genética, das mutações e da seleção natural são imitação, inovação e lucros positivos”. (pág.. 32)
 - ‘as if’ => Milton Friedmann (A Metodologia da Economia Positiva)

POPPER: EPISTEMOLOGIA EVOLUCIONÁRIA

● Karl Popper: On Clouds and Clocks. In. Objective Knowledge



A sobrevivência de animais unicelulares, a competição no mercado ou o progresso científico pode ser descrito como uma atividade de solução de problemas através de mecanismos de eliminação de erros.

HAYEK: ORDENS ESPONTÂNEAS

● Hayek e a ordem espontânea do mercado

- o problema do conhecimento: atividade empresarial x conhecimento dado
- competição como um mecanismo de descoberta
- “A defesa da liberdade individual repousa em última análise no reconhecimento das limitações do nosso conhecimento.”
- instituições benéficas foram frutos da ação humana mas não da intenção humana.

EXEMPLO DE ORDEM ESPONTÂNEA: TRILHAS

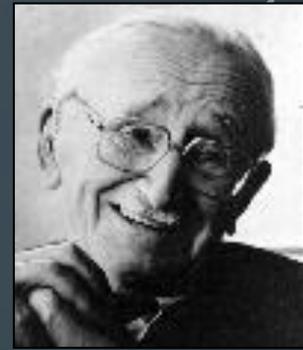
“A maneira pela qual trilhas são formadas é um exemplo. A princípio, todo mundo buscará para si o que lhe parece o melhor caminho. Mas o fato de tal trajeto ter sido utilizado uma vez é susceptível de tornar mais fácil a sua passagem e, portanto, mais susceptível de ser utilizado novamente; e assim, gradualmente, caminhos cada vez mais definidos surgem e chegam a ser usados para a exclusão de outros possíveis. Os movimentos humanos através da região vêm se conformar a um padrão definido que, embora sejam resultado de decisões deliberadas de muitas pessoas, não foi projetado conscientemente por qualquer um. “

The Counter-revolution of science: studies on the abuse of reason

Trilhas na Universidade de Michigan: primeiro observaram os caminhos formados na neve no inverno, depois construíram as trilhas no verão



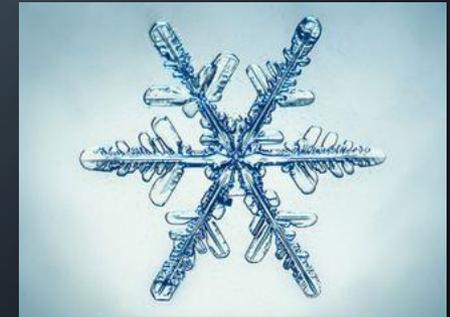
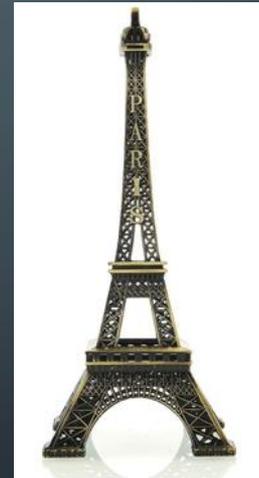
ORDEM ESPONTÂNEA



- O que é **ordem**?
 - reconhecimento de padrão, de estrutura
 - Não precisa especificar detalhes
 - Exemplo: tapete com padrão de flores



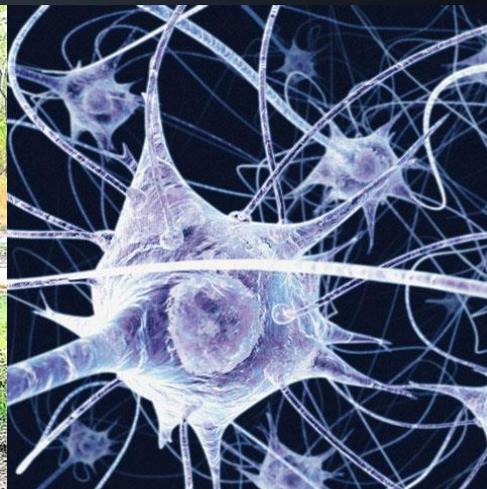
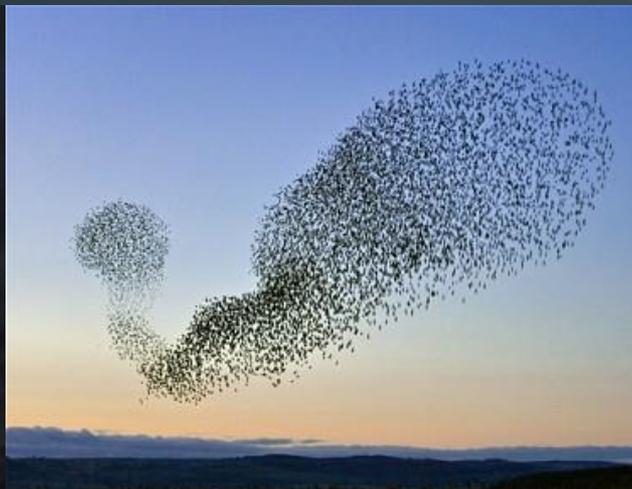
- Tipos de ordem
 - planejadas (**taxis**)
 - *top-down*
 - espontâneas (**cosmos**)
 - *bottom-up*



- O aumento da complexidade de uma ordem requer uso de mecanismos descentralizados de correção de erros

ORDENS ESPONTÂNEAS NA NATUREZA

- Complexidade: estudo da auto-organização
 - Hayek como pioneiro
- Várias abordagens: teoria do caos, teoria de sistemas, complexidade, modelos baseados em agentes
- Elementos: emergência de ordem, funcionalidade aparente, evolução, retroalimentação



PREÇOS E O PROBLEMA DO CONHECIMENTO

○ *sistema de preços economiza a informação que as pessoas necessitam saber para proceder com suas decisões.*

- ○ sistema de preços é uma linguagem
 - Agentes se comunicam via sinais transmitidos pelos preços
 - Preços sinalizam variações na importância de bens escassos
- Preços permitem coordenar ações descentralizadas
 - Conhecimento disperso e complexidade da coordenação
 - Teste de hipóteses mercadológicas
- Exemplo de Hayek
 - Estanho: mina esgotou, novo uso encontrado, mudança tecnológica
 - Fato: empresário usa estanho em sua fábrica sem saber
 - Problema: o que faz com que ele pare de usar estanho?
 - Seu preço sobe, empresário substitui insumos.
 - Não é necessária reunião de condomínio com 7 bilhões de pessoas!

COMPETIÇÃO E O PROBLEMA DO CONHECIMENTO

- As tecnologias, os gostos, a disponibilidade de recursos mudam continuamente conforme o local e o período
- Para Hayek, competição é um processo de aprendizado
 - as hipóteses empresariais erradas se aproximam das condições reais do mercado?
- Para Hayek, competição é um processo de descoberta:
 - criação de formas de atender as necessidades dos consumidores

SCHUMPETER: DESTRUIÇÃO CRIATIVA

- Schumpeter e a destruição criativa

- estado estacionário
- empresários adotam inovação que interrompe equilíbrio
- imitação e processo de destruição criativa

- Nelson e Winter

- racionalidade limitada (Simon) e modelos evolucionários

QUARTYONOMICS

Uma aplicação dessas técnicas em economia:

- **Path-dependence** e **lock-in**: o “*Fantasma Paretiano*”
- Resultado: mecanismo seletivo de mercado pode levar, na exploração da *fitness surface*, a um ótimo local do qual ficamos presos, gerando ineficiência econômica.
- Exemplos: QWERTY x Dvorak, VHS x Betamax, Apple x IBM, Caso de anti-truste da Microsoft
- Crítica: outras dimensões competitivas
- Outros exemplos de **path-dependence** : evolução da moeda, das instituições (D. North), formação de línguas

CONCLUSÕES

- Crítica da micro mecanicista, da macro agregativa e da econometria relacionada às mesmas.
- Estudo das implicações da complexidade para a teoria econômica e para a formulação de políticas

CONCLUSÃO

**A abordagem de Complexidade permite superar
o dilema metodológico entre Teoria e História:
modelos computacionais identificam
padrões recorrentes sem ignorar
a diversidade do
mundo**

