

Simulação Social

Luis Antunes

14 Março 2007

Simulação Social

Luis Antunes	Panorama	14 Mar 2007
Paulo Urbano	NetLogo	21 Mar 2007
João Balsa	Aplicações	11 Abr 2007

Contexto

Tendo nascido com a Informática, a Inteligência Artificial (IA) está na intersecção de áreas como a Matemática, a Psicologia ou a Economia. Os Sistemas Multiagente (MAS) são um esforço de síntese que se centra na ideia de colocar os agentes no seu contexto, permitindo uma abordagem mais realista da complexidade associada à dinâmica das interacções. Se os MAS recebem inspirações e metáforas provenientes das Ciências Sociais, o movimento na direcção contrária é hoje igualmente importante. O computador é a ferramenta e a Simulação Exploratória a metodologia que permitem ao cientista social testar modelos, ensaiar experiências, colocar hipóteses, descobrir novas conjecturas.

Descrição

- contacto com ferramentas e metodologias orientadas para a simulação de sistemas com múltiplos agentes, heterogéneos e autónomos;
- instalem bancadas e desenvolvam projectos de simulação social;
- coloquem problemas e reúnam os meios para os atacar;
- adquiram práticas de experimentação científica orientada pela exploração;
- contactem com a realidade das ciências sociais e estabeleçam paralelos com a IA em termos de objecto de estudo.

Tópicos

- Sistemas Multiagente: decisão e racionalidade; autonomia; especificação de agentes e sociedades; desenvolvimento de programas e experimentação.
- Noções de Ciências Sociais: objecto e metodologias; técnicas de análise de dados e resultados experimentais; simulação e empirismo; simulação computacional.
- Metodologias de trabalho experimental: a simulação exploratória como outra forma de fazer ciência; problemas metodológicos na análise de resultados; metáforas e conjecturas como objectos científicos.
- Desenvolvimento de pequenas experiências: desenvolvimento de programas e utilização de bancadas de simulação; análise crítica dos resultados; confrontação com resultados empíricos.

Materiais e Recursos

- <http://mc.di.fc.ul.pt/simsoc/>
- E-Mail: xarax@di.fc.ul.pt
- Sala: c6.3.18, ext: 26318, tel: 21 750 05 26
- NetLogo 3.1.4:
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- RePast v3: <http://repast.sourceforge.net/>
- Mason v11:
<http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>

Bibliografía básica

- Nigel Gilbert and Klaus G. Troitzsch, second edition (2005). *Simulation for the Social Scientist*. Open University Press, UK.
- Vanessa Stevens Colella, Eric Klopfer and Mitchell Resnick (2002). *Adventures in Modeling*. Teachers College Press.
- N. Gilbert and J. Doran, editors. *Simulating Societies: the computer simulation of social phenomena*. UCL Press, 1994.
- N. Gilbert and R. Conte, editors. *Artificial Societies: the computer simulation of social life*. UCL Press, 1995.
- Rosaria Conte and Cristiano Castelfranchi. *Cognitive and Social Action*. UCL Press, 1995.
- Série Springer MABS (desde 1998)
(<http://www.pcs.usp.br/~mabs/>)
- JASSS (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/>)

A Simulação como Metodologia

Método da simulação

- Lógica da simulação como método
- Passos a percorrer
- Problemas a evitar

Conceitos base

- Assumir fenómeno do “mundo real” ALVO
- Objectivo: Criar um MODELO que seja mais simples de estudar do que o ALVO
- Esperança: as conclusões tiradas sobre sobre o modelo são aplicáveis ao alvo, uma vez que os dois são suficientemente similares.
- Mesmo assim o MODELO é SEMPRE MAIS SIMPLES que o ALVO

Exemplo

- Weisbuch et al 1997:
- modelar um mercado grossista de peixe REAL com um sistema MAIS SIMPLES onde fornecedores e clientes são representados por programas de computador (AGENTES).

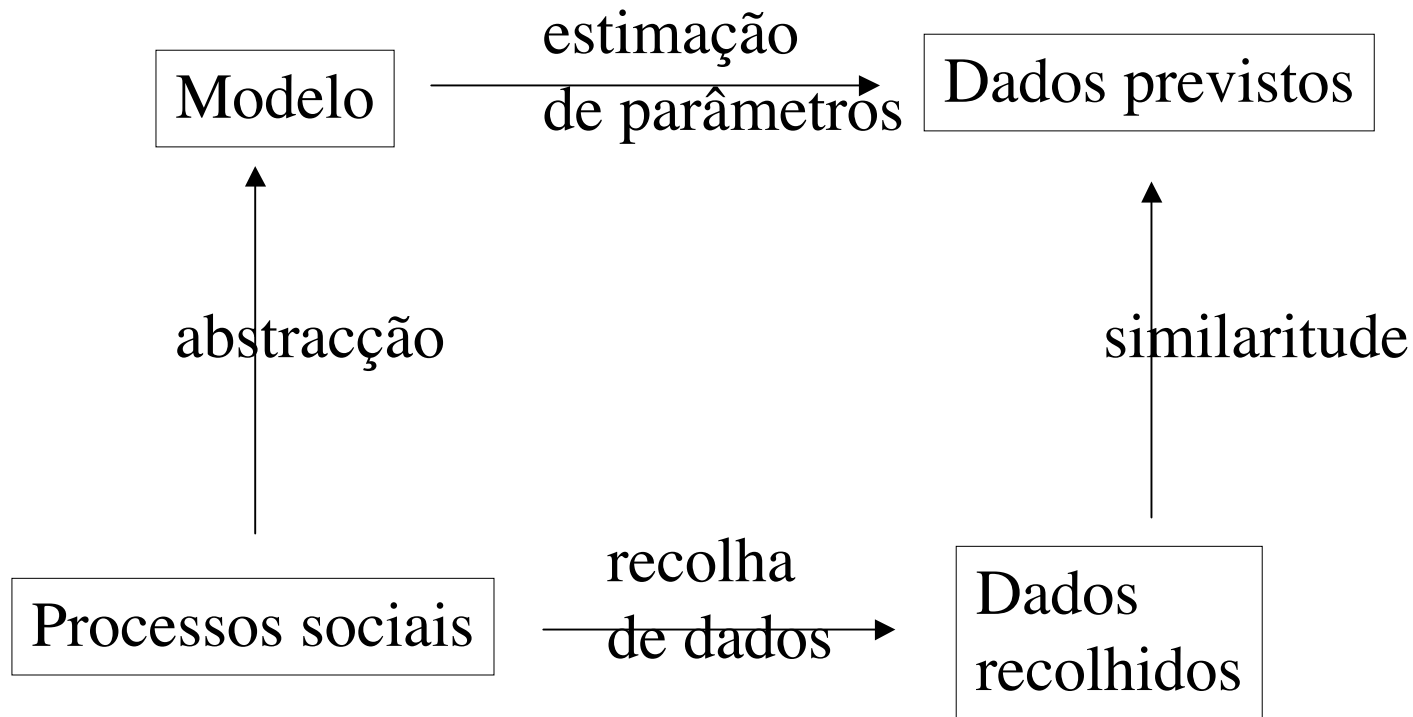
ALVO nas Ciências Sociais

- O alvo é sempre uma entidade DINÂMICA, que MUDA com o tempo e REAGE ao seu ambiente. Tem ESTRUTURA e COMPORTAMENTO.
- Logo, o modelo tem também que ser dinâmico.
- Podemos representá-lo como uma ESPECIFICAÇÃO (equação, afirmação lógica, programa de computador, etc.)
- MAS: para aprender alguma coisa, temos que examinar o comportamento dinâmico do modelo

Derivação da estrutura FUTURA do modelo

- Analítica: lógica, matemática, manipulações algébricas
- Modelos COMPLEXOS (esp. especificação não linear): raciocínio analítico difícil ou IMPOSSÍVEL.
- LOGO: SIMULAÇÃO (executar o modelo sobre tempo simulado e ver o que acontece)
- Em qq caso: as CONDIÇÕES INICIAIS são muito importantes.

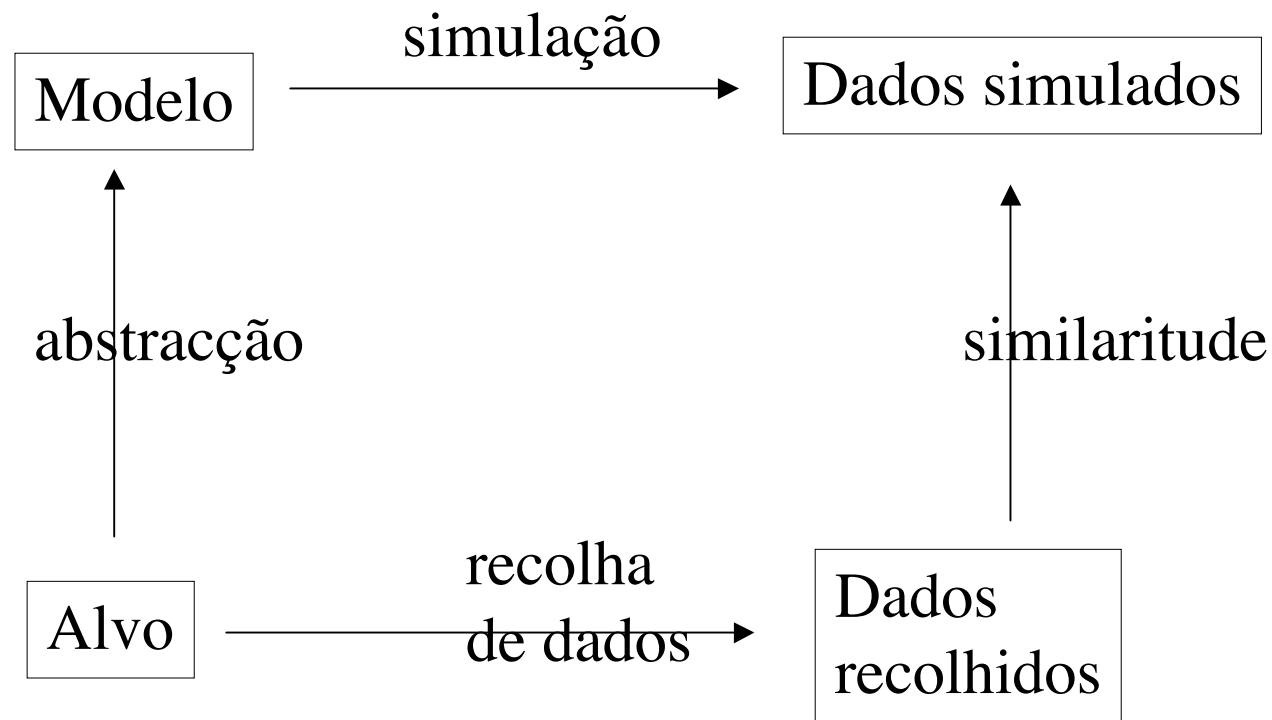
Lógica da modelação estatística (Gilbert 1993)



Lógica dos modelos estatísticos

- Modelo = conj. de equações c/ parâmetros
- Análise:
 - 1: o modelo gera previsões parecidas com os dados recolhidos (norm/ testes de hipóteses estatísticas)
 - 2: medição da magnitude dos parâmetros, para identificar os mais importantes

Lógica da simulação como método (Gilbert & Troitzsch 1999)



Explicação e predição

- Tanto nos modelos de simulação e modelos estatísticos
- Mas na simulação:
 - Um modelo preditivo com sucesso sempre contribuirá para um melhor entendimento do fenómeno
 - Um modelo explicativo será sempre capaz de fazer previsões, mesmo que não muito precisas

Diferenças

- Modelos de simulação ---> Processos
- Modelos estatísticos ---> Correlações medidas num ponto do tempo
- Modelos de simulação normalmente incluem representações explícitas dos processos que se pensa existirem no mundo social
- Modelos estatísticos reproduzem o padrão de correlações, mas raramente modelam os mecanismos subjacentes.

Fases da simulação

- Identificação de um puzzle, uma pergunta de resposta desconhecida
- Definição do alvo da modelação
- Recolher observações para fornecer parâmetros e condições iniciais
- Fazer suposições e projectar o modelo (normalmente sob a forma de um programa de computador; executar a simulação
- Verificação do modelo: está correctamente implementado e a funcionar como se pretende
- Validação do modelo: assegurar que o comportamento do modelo corresponde ao comportamento do alvo
- Análise de sensibilidade: como reage o modelo a pequenas mudanças nos parâmetros e condições iniciais.

Projecto do modelo

- Todos os modelos são simplificações, às vezes DRÁSTICAS, do alvo
- Passo mais difícil: decidir o que deve ser incluído e o que deve ficar de fora
- Maior inclusão: mais precisão na medição dos parâmetros, e cada um deles pode ter efeito na validade das conclusões obtidas
- Menor inclusão: maior o salto conceptual entre as conclusões do modelo e a sua interpretação em relação ao alvo

Projecto do Modelo

- Desejável: um modelo que inclua um mínimo de assunções, mas que seja aplicável de forma tão genérica quanto possível em muitas circunstâncias diferentes
- Em geral:
 - Precisão importante para previsão
 - Simplicidade importante para compreensão

Projecto do modelo

- Evitar: fazer o modelo mais detalhado do que o necessário (o melhor mapa do mundo é o próprio mundo)
- No outro extremo: Sociedades artificiais= simulação sem referência a nenhum alvo do “mundo real”, o objecto de estudo é o conjunto dos mundos sociais POSSÍVEIS, dos quais o nosso mundo é apenas um
- Objectivo: descobrir teorias que se apliquem em geral a sociedades de agentes interactuantes.

Sociedades Artificiais

(Epstein+Axtell 1996)

- “Nós vemos as sociedades artificiais como *laboratórios*, onde tentamos “criar” certas estruturas sociais no computador - ou *in silico* - sendo o objectivo descobrir mecanismos locais ou micro fundamentais que são suficientes para gerar as estruturas sociais macroscópicas e os comportamentos colectivos interessantes.”

Construção do modelo

- Escrever um programa de computador
- **MAIS FÁCIL:** usar um package/testbed
 - Muito código já está desenvolvido (gráficos , figuras, análise estatística, etc.
 - O debugging está feito, pelo menos parcialmente
 - **DESVANTAGEM:** os packages são limitados

Linguagem para simulação

- Estruturada e permitindo refinamento incremental
 - A maior parte da simulação é exploratória
 - A especificação do programa é feita enquanto o problema se torna mais claro
 - Importante facilidade nos ciclos entre codificar, testar e modificar o programa
- Debugging rápido e fácil, boas bibliotecas gráficas
- Programa final deve ser eficiente (dezenas de execuções, milhares de ciclos)
- Portabilidade, familiaridade na comunidade de simulação (para replicar resultados)

Verificação e validação

- Verificação: o programa está a trabalhar como se espera
- Validação: a simulação é um bom modelo do alvo

Lições

- Área nova e em rápido desenvolvimento
 - Se o objectivo é compreensão, usa-se simulação para desenvolver teorias, não modelos precisos
 - Simulação é uma terceira via entre dedução (teste de conjuntos de hipóteses e suas consequências) e indução (teorias construídas por generalização de observações): começar com um conjunto de hipóteses mas usa o método experimental para gerar dados que podem ser analisados indutivamente (Axelrod 1997)

Lições

- aleatoriedade envolvida, logo é preciso pensar na robustez dos resultados em relação a diferentes valores aleatórios. Análise de sensibilidade também importante
- Além de estudar alvos específicos no nosso mundo, é possível desenvolver modelos de sociedades artificiais, que permitem investigar mundos sociais possíveis, para construir teorias com aplicabilidade geral a agentes interactuantes

ANEXO:

Propósito da Simulação Social

Simulação Social

- Racionalidade: multi-variada, situada e individual, com *escolha+avaliação+adaptação* em vez de *probabilidades+utilidades*
- Mas, como avaliar o resultado das escolhas? Com que critérios?
- Solução: dinamismo, simulação
- Exemplo: “Tax compliance:” a teoria da utilidade prevê que ninguém pagaria quaisquer impostos.

Simulação Social

- **Simulação exploratória:** construir dinamicamente a teoria científica enquanto compreendemos melhor o problema através de simulação multiagente.
- **Racionalidade heterogénea:** permite considerar a ligação micro-macro através da modelação das interacções sociais e estudo de trajectórias individuais.

Propósito da SS(E)(BA)

- **operacionalizar** conceitos e mecanismos
- **compreender** um fenómeno complexo
 - Em MABS, “compreender” significa descrever, modelar, programar, manipular, explorar, etc.
- **experimentar** com os modelos (what-if?)
- **explicar** um dado fenómeno (Gilbert: não só macro, mas também ao nível individual)
- **predizer** (e validar) como os modelos reagem à mudança
- **prescrever** (mundo real) políticas

ANEXO:

A Metodologia e*plora

e*plore v.0 [1-2/10]

- 1- *identify the subject* to be investigated, by stating specific items, features or marks;
- 2- *unveil state-of-the-art* across the several scientific areas involved to provide context. The idea is to enlarge coverage before narrowing the focus, to focus prematurely on solutions may prevent the in-depth understanding of problems;

e*plore v.0 [3-5/10]

- 3- *propose definition* of the target phenomenon.
Pay attention to its operationality;
- 4- *identify relevant aspects* in the target phenomenon, in particular, *list individual and collective measures* with which to characterise it;
- 5- if available, *collect observations* of the relevant features and measures;

e*plore v.0 [6/10]

- 6- *develop the appropriate models* to simulate the phenomenon. Use the features you uncovered and program adequate mechanisms for individual agents, for interactions among agents, for probing and observing the simulation. Be careful to base behaviours in reasons that can be supported on appropriate individual motivations. Develop visualisation and data recording tools. Document every design option thoroughly. *Run the simulations*, collect results, compute selected measures;

e*plore v.0 [7/10]

- 7- return to step 3, and *calibrate everything*: your definition of the target, of adequate measures, of all the models, verify your designs, validate your models by using the selected measures. Watch individual trajectories of selected agents, as well as collective behaviours;

e*plore v.0 [8-9/10]

- 8- *introduce variation* in your models: in initial conditions and parameters, in individual and collective mechanisms, in measures. Return to step 5;
- 9- after enough exploration of design space is performed, use your best models to *propose predictions*. Confirm it with past data, or collect data and validate predictions. Go back to the appropriate step to ensure rigour;

e*plore v.0 [10/10]

- 10- make a generalisation effort and *propose theories and/or policies*. Apply to the target phenomenon. Watch global and individual behaviours. Recalibrate.

Sloman's broad but shallow agent design

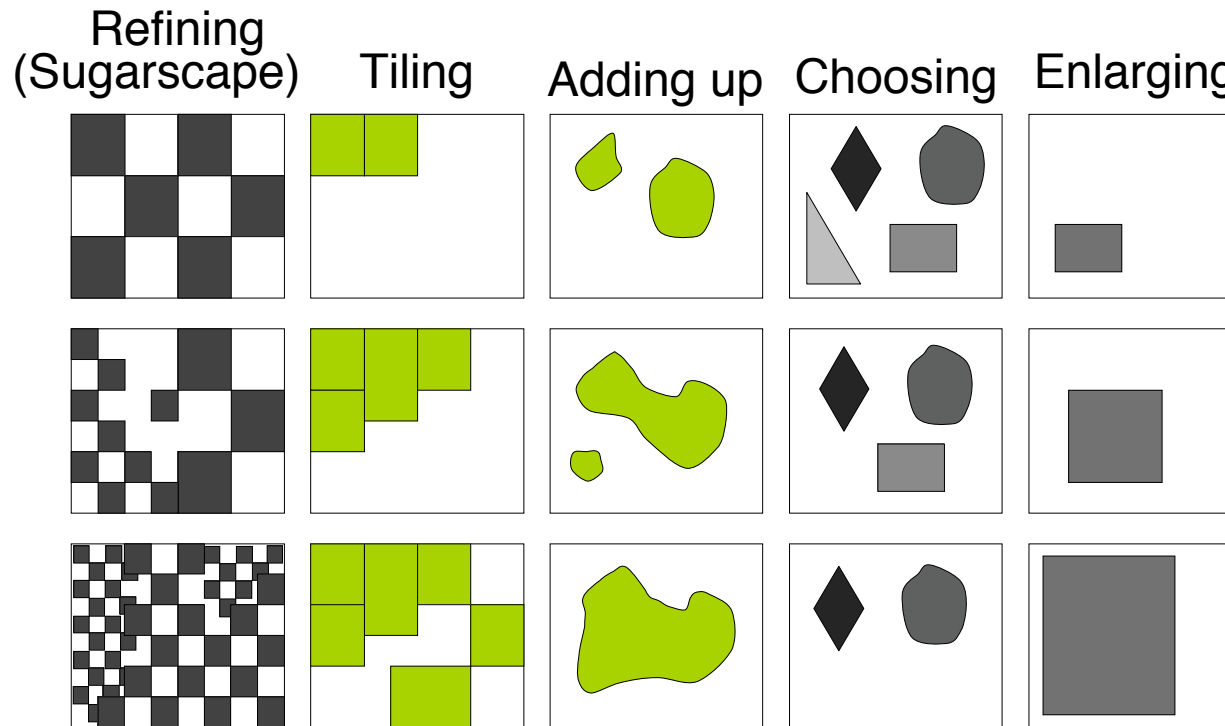
- Design-based approach includes exploration of agent design space
- ----> deepening of agent ----> Moss:
“Arbitrary assumptions to be relaxed in a way that reflects some evidence”
- ----> see also e*plore step 6

Deepening (example)

- Agent parameter c (honesty, income, whatever):
 - constant
 - variable
 - random distribution
 - empirically validated random distribution
 - mechanism for calculating c
 - adaptive mechanism for calculating c
 - mechanism instead of c
 - ...

Trasversing design space

- Not only of agents, but also of **interactions**, **societies**, even **experiments**.



Revisiting the key ideas

- Heterogeneous rationality: make your agents individual
- Revisit and recalibrate your models time and again: models of agents, of societies, of experiments. DON'T RUSH
- Be bold but honest: there is a purpose for SS, and it is not to play around with clever concoctions