

# INSTITUIÇÕES DELIBERADAS OU ESPONTÂNEAS?

Eleutério F. S. Prado\*

**Resumo:** O artigo discute se é razoável admitir que boas instituições sociais possam emergir muitas vezes de processos espontâneos e cegos de seleção evolutiva. Para examinar a lógica que sustenta essa tese, é construído um jogo evolucionário, cuja solução vem a ser a emergência eventual de uma convenção coordenadora. Nesse jogo populacional e descentralizado, os agentes individuais participam de jogos de coordenação bilaterais, procurando otimizar localmente. O modelo resultante, do ponto de vista matemático, vem a ser espacialmente dinâmico e estocástico. Por isso, as evoluções possíveis do modelo são estudadas por simulação. Também são feitas considerações de ordem metodológica sobre o funcionalismo na interpretação dos resultados. O artigo sustenta uma tese contrária à idéia de ordem espontânea.

**Palavras-chave:** Ordem espontânea. Instituições deliberadas. Jogo evolucionário. Jogo de coordenação. Modelo dinâmico estocástico. Funcionalismo.

**Abstract:** The paper deals with the following question: is it reasonable to accept that many good social institutions emerge in a spontaneous way by means of blind evolutionary selection processes? In order to examine the logic that support this thesis, an evolutionary game is constructed that requires the eventual emergence of a coordinating convention as a solution. In this population and decentralized game, agents play coordination bilateral games, looking for local optimization. The constructed model, from a mathematical point of view, is a stochastic and spatial dynamic model. In consequence, the possible model evolutions are studied by means of simulations. Methodological considerations about functionalism are done in the interpretation of the results. The papers support a thesis against the idea of a spontaneous order.

**Key words:** Spontaneous order. Institutions by design. Evolutionary game. Coordination game. Dynamic and stochastic model. Functionalism.

**JEL Classification:** D02 – Institutions: Design, Formation, and Operations. P11 – Planning, Coordination, and Reform.

---

\* Professor da USP e membro do COMPLEX. Correio eletrônico: eleuter@usp.br

Análise	Porto Alegre	v. 17	n. 1	p. 105-118	jan./jul. 2006
---------	--------------	-------	------	------------	----------------

## 1 Introdução

As boas instituições para a vida social resultam da atividade humana deliberativa ou surgem elas de um processo espontâneo que as selecionam cegamente? Segundo Hayek, há duas posições – opostas entre si – a partir das quais se costuma responder a essa questão. A primeira, que chama de construtivista, afirma que as instituições adequadas à realização dos objetivos humanos são criadas intencionalmente com finalidades precípuas. A segunda, que denomina de evolutiva, sustenta que boas instituições emergem não intencionalmente das ações humanas, sendo preservadas porque permitem o sucesso societário dos grupos que as adotam. Se esse autor as separa e as considera até como inimigas, é para rejeitar a primeira porque esta se afigura para ele como pretensão descabida da razão moderna, originada, ainda segundo ele, com Descartes. Eis que há toda uma corrente de pensamento liberal ou neoliberal que se apóia nessa distinção fundadora para desenvolver uma argumentação intransigente contra as práticas e políticas reformadoras das instituições básicas do sistema capitalista. Duas citações colhidas em textos de Hayek e Sugden resumem essa posição.

Muitas instituições da sociedade que são condições indispensáveis para a consecução de nossos objetivos conscientes resultaram, na verdade, de costumes, hábitos ou práticas que não foram inventados nem são observados com vistas a qualquer propósito semelhante (Hayek, 1985, p. 5-6).

Regras reguladoras da ação humana podem evoluir sem terem sido projetadas pela consciência e podem se manter sem a sanção de qualquer maquinaria formal (Sugden, 1989).

Neste artigo se põe em dúvida a existência generalizada de instituições puramente espontâneas na sociedade. E este vem a ser um primeiro passo, para questionar, com mais vigor e em seqüência, a possibilidade de pensar as instituições como respostas ótimas ou quase-ótimas, não intencionais, a problemas evolutivos de adaptação às condições constitutivas da própria sociedade. Argumenta-se que essa tese está assentada numa compreensão funcionalista dos processos evolutivos que se caracteriza, sobretudo, pela pretensão da razão harmonizadora.

Entretanto, não se chega a afirmar que instituições puramente espontâneas não possam eventualmente existir, mas se questiona fortemente a possibilidade de assegurar, vaga e genericamente, que subsistam na sociedade expressivas instituições criadas apenas por processos evolutivos cegos. Aqueles, pois, que afirmam tal característica de determinada instituição eventualmente presente na formação das estruturas sociais devem estar preparados para justificar melhor tal declaração de um modo historicamente bem fundamentado. Em caso contrário, se prevalece o descuido com as análises e os registros históricos, a afirmação não deve manter o ar de grande tese sociopolítica para se contentar com a condição de mera peça de doutrinação ideológica tendente ao conservadorismo.

Para efetuar este estudo faz aqui um exercício de lógica evolutiva, simulando a emergência de instituições não-agonísticas num modelo de sistema adaptativo complexo. Têm tal característica – vale lembrar – as instituições sociais que evitam a luta porque conciliam os interesses, tendendo a coordenar amenamente as ações dos indivíduos em sociedade. Elas diferem das instituições agonísticas – um exemplo gritante vem a ser a propriedade privada –, as quais, por gerarem exclusão de muitos em favor de alguns, suscitam a rivalidade e a luta dos componentes do sistema social. Não se enfoca essas últimas porque elas dificilmente surgem e se mantêm em vigor sem a imposição sancionadora de autoridade estatal. Opta-se, assim, pelas primeiras na suposição de que se for possível pôr em dúvida a emergência de instituições não-agonísticas de um modo puramente espontâneo, a *fortiori* a tese se impõem na consideração de todas as instituições sociais.

O modelo a ser apresentado consiste num jogo populacional que acolhe grande número de indivíduos auto-interessados – não se pensa que tal modo de comportamento lhes seja inerente, mas se julga que lhes são impostos pela lógica da situação –, os quais estão constantemente empenhados em coordenar as suas ações da melhor forma possível. Não se supõe que esses indivíduos, enquanto meros agentes utilitários, busquem descobrir cegamente a solução global do problema coletivo de coordenação que enfrentam. Ao contrário, de modo disperso e descentralizado, eles apenas

procuram resolver o problema de coordenação localmente. Mas, se ao fazê-lo, não conseguem gerar uma situação inteiramente adequada, isto suscita a intervenção de uma fonte global de coordenação.

O jogo populacional condensa um processo evolucionário aberto em que os agentes coevolvem travando relações sociais entre si mesmos. Todos os agentes, aos pares, interagem de um modo reiterado por meio de um mesmo jogo de coordenação. A figura imediatamente abaixo apresenta esse jogo em sua forma clássica. Assim, o jogo populacional consiste na repetição e na reiteração de um jogo bilateral que tem dois equilíbrios de Cournot-Nash. O exercício se dá num nível alto de abstração, mas ele sintetiza o que ocorre em inúmeras situações concretas da vida social. Em geral, a solução para o tipo de problema refletido nesse jogo exige a definição de convenções: a escolha da mão de direção em ruas, estradas e rodovias, a opção por uma regra de passagem em cruzamentos, a ordem com se paga e recebe a mercadoria adquirida numa transação, etc. A matriz abaixo reflete esse tipo de jogo:

	$A \rightarrow 1$	$\sim A \rightarrow -1$
$A \rightarrow 1$	C ; C	NC ; NC
$\sim A \rightarrow -1$	NC ; NC	C ; C

Há duas estratégias,  $A$  e  $\sim A$ , e elas estão identificadas respectivamente por 1 e -1. Os retornos das ações vêm a ser o sucesso na coordenação, representado na matriz por C, ou o insucesso, representado aí por NC. Nesse jogo, apenas a consideração de retornos qualitativamente diferentes já é suficiente.

## 2 O modelo

O conjunto de agentes é disposto num reticulado bidimensional de tamanho  $n$  por  $n$ . Cada agente é caracterizado apenas pela estratégia que pratica em cada momento do tempo: 1 ou -1. Admite-se que cada agente interage com os seus vizinhos situados lateralmente à sua esquerda e à

sua direita, assim como com os agentes situados imediatamente acima e abaixo de sua própria posição. Em termos gráficos, essa vizinhança é representada por uma cruz que abrange quatro células do reticulado, situadas em torno de uma célula central. Na literatura voltada para a modelagem por meio de autômatos celulares, essa espécie de cercania é denominada de Von Neumann.

De tempo em tempo, cada agente precisa tomar decisão sobre se mantém a estratégia empregada num determinado momento ou se passa a optar pela outra. E esse ato de escolha se apresenta com alguma frequência para todos os agentes com a passagem do tempo. Admite-se, ademais, que cada decisão individual depende de três fatores caracterizados por suas características como global, local e aleatório. Considere-se em seqüência, primeiro, apenas o componente local que responderá no modelo pela geração eventual de ordem espontânea.

Ao se considerar um agente determinado, assim como as suas quatro interações, dez resultados diferentes são possíveis. Um agente do tipo 1 pode interagir, por exemplo, com quatro outros do tipo 1; nesse caso, ele consegue coordenar as suas ações com todos os seus vizinhos; o número líquido de coordenações vem a ser quatro. Um agente ainda do tipo 1, em outro exemplo, pode se relacionar com três outros desse mesmo tipo, mas com um agente que é do tipo -1; nesse caso, o número líquido de coordenações são apenas duas. Os outros resultados se seguem do mesmo raciocínio lógico e se encontram sintetizados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Modos de coordenação

Tipo agente	Tipos dos outros	Coordenações: número líquido	Ação adaptativa
1	1: 4; -1: 0	4	permanece 1
1	1: 3; -1: 1	2	permanece 1
1	1: 2; -1: 2	0	permanece 1
1	1: 1; -1: 3	-2	muda para -1
1	1: 0; -1: 4	-4	muda para -1
-1	1: 4; -1: 0	-4	muda para 1
-1	1: 3; -1: 1	-2	muda para 1
-1	1: 2; -1: 2	0	permanece -1
-1	1: 1; -1: 3	2	permanece -1
-1	1: 0; -1: 4	4	permanece -1

FONTE: Autor.

Quando um agente obtém um resultado líquido de coordenações que seja positivo ou nulo, ele mantém a sua estratégia; em caso contrário, muda de estratégia. Trata-se, evidentemente, de ações que visam obter otimização local, ou seja, fórmulas de decisão orientadas por racionalidade procedimental e que buscam, meramente, satisfazer as condições do problema (Simon, 1976).

Posto isto, é preciso considerar agora o modo de decisão do agente quando esta tem por base, não uma delas, mas as três componentes mencionadas, quais sejam, global, local e aleatória. A componente global responderá pela geração deliberada de ordem e a componente aleatória responderá por todos os imprevistos e incertezas intrínsecos ao mundo real que geram desorganização. Eis que os sistemas complexos reais se encontram sempre, com bem hoje se sabe, na fronteira entre a ordem e o caos.

A variável de estado do sistema é, pois, uma matriz cujos elementos indicam as estratégias empregadas pelos agentes no jogo de coordenação, pois cada jogador individualmente considerado pode estar optando, em princípio, pela opção A ou pela opção  $\sim A$ . Formalmente, chame-se de  $s_{i,j}$  essa variável de estado, assumindo que ela pode assumir, tal como foi já indicado anteriormente, os valores -1 e 1, de tal modo que  $s_{i,j} \in \{-1, 1\}$ .

A decisão de cada jogador no modelo completo fica, então, determinada por uma função potencial que têm três argumentos:

$$s_{i,j} = \text{sign} \left( G + K \sum_{N_{i,j}} s_{g,k} + \sigma_\varepsilon \varepsilon \right)$$

A função  $\text{sign}(x)$  assume valores 1 ou -1 dependendo se  $x$  é positivo ou negativo;  $G$  responde pela influência global;  $K$  é uma constante positiva que responde pela intensidade do componente local;  $N_{i,j}$  é o conjunto dos vizinhos do jogador  $(i,j)$  – indicados por  $s_{g,k}$  – com os quais ele mantém certa relação social que demanda coordenação;  $\varepsilon$  é uma variável aleatória com distribuição normal padronizada (média zero e desvio padrão igual a 1); já  $\sigma_\varepsilon$  é um desvio padrão genérico que multiplica e para gerar, assim, uma distribuição normal

não padronizada. Supõe-se em tudo que se segue que  $\sigma_\varepsilon = 1$ , simplesmente.

O estado de cada agente depende agora de um conjunto de três influências, as quais, por serem díspares entre si, podem ter efeitos divergentes nos resultados. O componente global e o componente local são, em princípio, forças de ordenação do sistema, deliberada e espontânea, respectivamente, enquanto o componente aleatório vem a ser o fator de desordem. O modelo assim construído vem a ser dinâmico e estocástico e, em princípio, não ergódico.

Esse modelo pode ser estudado por meio de simulação. A questão conceitual antes apresentada se transforma aqui na questão de conhecer a capacidade intrínseca de magnetização do sistema sob vários supostos, entendendo-se por isso simplesmente a diferença entre o número de células com o valor 1 e o número de células com o valor -1. O grau de magnetização em um dos pólos é um indicador da adoção de uma das convenções possíveis correspondentes. Para efeito de comparação é preciso mostrar primeiro como se distribui as opções de estratégias dos jogadores na condição inicial de cada uma das simulações que aparecem em seqüência. A Figura 1 indica que essa condição se apresenta como caótica, refletindo uma situação em que as ações estão ocorrendo sem nenhuma coordenação.

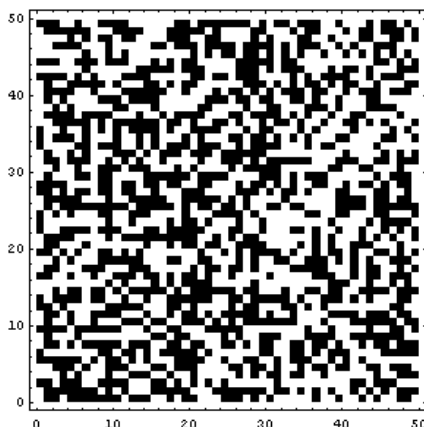


Figura 1 – Reticulado caótico

Como desse caos, porém, pode emergir alguma ordem? Para vê-lo, inicialmente, fixa-se  $G = 0$  e se varia o parâmetro  $K$ . Busca-se, assim, verificar se o componente responsável pela ordenação espontânea é capaz de solucionar sozinho o problema global de coordenação.

Nas simulações abaixo se supôs que  $n = 50$ . Para tornar homogêneas as relações de vizinhança, supôs-se que as células de cada uma das fronteiras do reticulado se relacionam também com as células da fronteira oposta. Assim, todas as células têm iguais vizinhanças de *Von Neumann*. O programa – apresentado no apêndice – seleciona aleatoriamente células desse reticulado; para cada uma delas que foi assim escolhida, ele verifica os resultados das interações com os vizinhos e decide se a célula em consideração manterá a sua estratégia ou se ela mudará para a outra estratégia. O mesmo procedimento é repetido então seguidamente até que o sistema apresente uma configuração global aparentemente estável (a qual, aliás, quase certamente, não será estacionária)<sup>1</sup>.

A Figura 2 apresenta os resultados de simulações feitas em seqüência, supondo sempre que  $G = 0$ , mas fazendo  $K = 0,2$ ;  $K = 0,6$ ; e  $K = 1$ . São elas a expressão de casos particulares; mas, mesmo assim, representam padrões que se repetem indefinidamente quando se repetem as simulações com base em condições iniciais diversas.

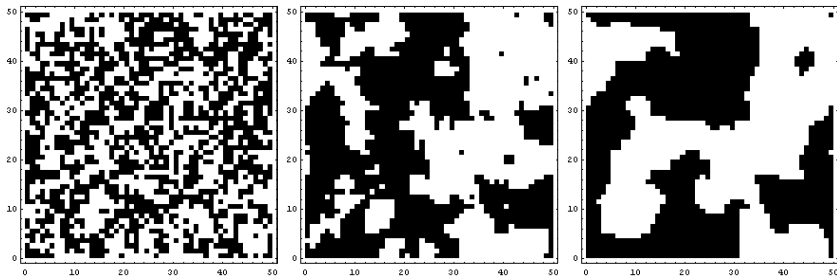


Figura 2 – Reticulados auto-organizados

<sup>1</sup> As simulações foram realizadas até com 50.000 interações individuais. Como há 2.500 agentes, isto implica que cada agente teve até 20 oportunidades, em média, de mudar de estratégia.



Essa seqüência de figuras mostra a capacidade de magnetização que pode ser atribuída apenas ao componente local gerador de organização. O sistema é claramente ordenado pelo processo descentralizado, mas não se estabelece uma unificação da convenção de coordenação; diferentemente, formam-se zonas em que prevalece uma das estratégias e zonas em que prevalece a outra das estratégias. Caso se tratasse da regra da mão de direção ocorreria algo assim: formadas as convenções, em regiões A, os motoristas dirigiriam seus veículos seguindo pela pista da mão direita e, em regiões B, os motoristas o fariam pela mão esquerda.

Ainda que esse resultado tenha sido obtido de um modo abstrato, ele parece decorrer de uma lógica que se observa em muitas situações reais. Em si mesmo, encerra certo grau de surpresa, já que muitos autores foram capazes de pensar em processo interativos locais e descentralizados que geram instituições que vigoram amplamente. Entretanto, pensando bem, parece fazer sentido esperar que esse tipo de processo tenda a gerar estruturas sociais heterogêneas no espaço relacional da sociedade. Se, por outro lado, há estruturas sociais homogêneas que abrangem grandes populações, é porque existem fontes de unificação (normas, leis, etc.) e estas são constituídas sempre por um poder centralizado (legítimo ou ilegítimo, aqui não importa). Isto também pode ser apreendido metaforicamente por meio do modelo apresentado.

Fixando-se, agora, um valor baixo para  $K$ , por exemplo,  $K = 0,4$ , seguem três outras figuras em que se fez sucessivamente  $G = 0,2$ ;  $G = 0,6$  e  $G = 0,8$ .

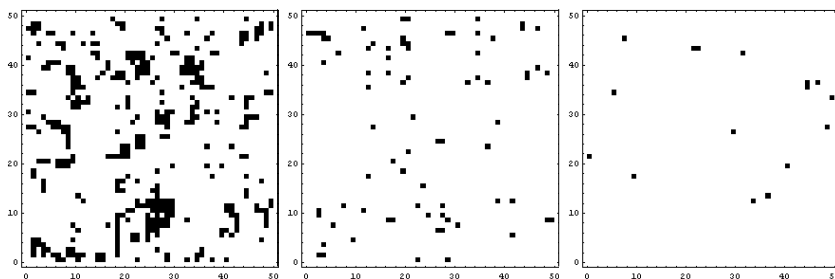


Figura 3 – Reticulados centralmente organizados

O resultado, assim como sua interpretação, é bem claro: o componente de ordenação que se origina de alguma forma de poder centralizado pode gerar instituições que vigoram de modo universal em determinada sociedade. Eis que a magnetização do sistema aumenta conforme cresce sob a influência do componente global. A tendência evolutiva caminha no sentido de eliminar completamente uma das estratégias possíveis de coordenação. Nesse caso particular, pois, o sistema tende ao equilíbrio. O estado do sistema retratado pela figura da direita indica já uma situação em que a difusão da convenção de coordenação tornou-se abrangente e válida para a sociedade como um todo<sup>2</sup>.

### 3 Fechamento

Em resumo, o modelo construído e simulado propicia uma conclusão central: é preciso duvidar da proposição que afirma o caráter espontâneo de muitas instituições que se afiguram necessárias para a vida social no presente momento da história social e política do homem moderno. Especialmente porque o capitalismo se caracteriza pela universalização das instituições e pela homogeneização do mundo.

De onde provém a tese de que muitas instituições e práticas sociais, “importante para a consecução de nossos objetivos conscientes”, “foram preservadas por ter permitido ao grupo em que surgiram preponderar sobre os demais” (Hayek, 1985, p. 3)? A resposta imediata para essa questão vem a ser que essa tese decorre de uma concepção funcionalista da sociedade. A justificação, entretanto, dessa réplica, assim como a sua crítica, requer uma extensão de argumentos.

O funcionalismo vem a ser uma concepção sobre a sociedade moderna ancorada no pensamento pré-moderno. A cosmologia religiosa medieval, anterior à ascensão da burguesia ao proscênio da história, afirmava que os entes em geral, em particular os homens e sua organização social, encontravam-se otimamente ajustados para servir a um fim

---

<sup>2</sup> Uma discussão interessante sobre esse tema, mas sob outra perspectiva, encontra-se em Bowles (2004, p. 56-92).

maior. E que o cosmos era uma ordem harmoniosa, dotada de teleologia própria e de perfeita capacidade de auto-organização. Tudo o que existia, pois, nessa ordem aí estava para preencher uma função conveniente, com inequívoca racionalidade.

Na concepção funcionalista de sociedade, que se põe como modo de compreender e de explanar os fenômenos sociais no campo e no interior da ciência moderna, o fim transcendental costuma ser eliminado – pelo menos como fundamento explícito da argumentação. Ademais, ao invés de uma concepção que assume a existência de um cosmos harmonioso, surge outra em que a ordem terrena da sociedade apresenta tendência inequívoca à harmonia ou que a razão que deve governá-la deve ser harmoniosa<sup>3</sup>. Aliás, Hayek é explícito sobre essa questão: os pensadores liberais, argumenta ele, “não sustentam [...] que existe ‘uma harmonia natural de interesses independentemente das instituições positivas’, mas “realçam que há a necessidade de ‘instituições bem construídas’ [...] capazes de reconciliar os interesses em conflito e de estabelecer compromissos sobre vantagens” (Hayek, 1948, p. 13).

É preciso, pois, encontrar um “mecanismo causal” capaz de mostrar como tais instituições construídas originam-se na própria sociedade – e por meio dela própria. Tais instituições não são de fato construídas, mas evolutivas. No lugar da mão divina, do ato divino de criação do universo, é posta uma mão invisível que opera por meio de processos evolucionários em que a adaptação dos homens ao entorno social e natural, silenciosa e permanente, cumpre o papel de um “mecanismo cego de otimização”. Daí se entende porque Hayek e outros tenham uma necessidade imperiosa de afirmar a excelência da formação espontânea das instituições. Daí se entende, também, porque o funcionalismo que adota opera com as explanações causais inversas, segundo as quais fenômenos sociais são explicados por suas conseqüências benéficas, como funções latentes ou manifestas cujos sentidos apenas

---

<sup>3</sup> Essas considerações, com as devidas precisões de contexto teórico, também valem no campo da Biologia (Levins e Lewontin, 1985, p. 65-84; Gould, 2002, p. 121-125).

se apreende por meio de consideração da ordem sistêmica global (Elster, 1983, p. 48-68).

Mas Hayek não se afirma um partidário do individualismo? Sim, mas ele distingue a moeda do individualismo originado do iluminismo escocês (Smith, Hume, etc.), que classifica de verdadeira, e a moeda do individualismo nascido no continente europeu (Descartes, Rousseau, etc.), que define com falsa. Segundo o primeiro deles, o homem não é e nem deve ser autodeterminado, mas deve se conformar com a heteronomia posta pelo sistema econômico: “o mercado, tal como se desenvolveu, é um modo efetivo de fazer o homem participar de processos mais amplos e complexos, os quais ele não pode compreender, sendo por meio do mercado que ele é posto a contribuir para ‘fins que não fazem parte de seus objetivos’” (Hayek, 1948, p. 15)<sup>4</sup>.

Em Smith encontra-se, ainda que ele tenha compreendido corretamente as instituições como produto da história, um dos pontos de partida mais importante do funcionalismo. Em uma concepção científica não contaminada pela idéia de harmonia, a adaptação constante – momento da luta pela sobrevivência em sociedade que inclui também a geração de comportamentos, a herança e a contestação cultural, assim como a seleção das alternativas – é entendida como um processo aberto e crítico.

Eis que o desenrolar da história institucional não chega necessariamente a resultados ótimos que possam ser considerados únicos, mas experimenta bifurcações, caminhos alternativos, produz resultados incertos, provisórios, os quais não costumam ser e nem podem ser conservados indefinidamente. É fora de dúvida que a adaptação, entendida aqui como esforço de adoção de comportamentos mais adequados à preponderância social, os quais passam assim a serem regulados por normas, cumpre um papel importante na formação das instituições. Mas as instituições, sejam elas não-agonísticas ou agonísticas, requerem freqüentemente, também, o concurso de formas centralizadas de geração de organização. Eis que as instituições básicas do capitalismo, tal

---

<sup>4</sup> É evidentemente absurdo considerar Hayek um autor dialético, pois a dialética como afirmou Marx é um saber crítico e revolucionário.

como foi suficientemente mostrado por Polanyi (1980), não se originaram espontaneamente.

Ademais, os processos de adaptação que se afiguram como adequados num momento, tornam-se inadequados no momento seguinte, não-adaptados, de tal modo que a transformação social – destruição das instituições velhas e caducas – participa também, legitimamente, dos processos evolucionários que constituem permanentemente a sociedade. Ainda que não faça parte da lógica da argumentação desenvolvida no artigo é preciso concluir com duas questões interessantes. Pensando primeiro na sociedade existente: uma sociedade civilizada pode estar fundada crucialmente em instituições agonísticas, tal como as que embasam o modo de produção capitalista? Pensando, agora, numa sociedade alternativa: uma sociedade civilizada por estar baseada no desprezo pela espontaneidade inerente aos comportamentos sociais, já que ao fazê-lo recairá sempre em sistemas despóticos?

#### 4 Referências

- BOWLES, S. *Microeconomics – Behavior, institutions, and evolution*. New Jersey: Princeton University Press, 2004.
- ELSTER, J. *Explaining technical change – Studies in rationality and social change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- GAYLORD, R. J. e K. NISHIDATE, Simulating experiences excursions in programming – The ising model. In: *Mathematics in Education*, v. 3, n. 1, Berlim: Springer-Verlag, 1994.
- GOULD, S. J. *The structure of evolutionary theory*. Massachusetts: Harvard Press, 2002.
- HAYEK, F. A. *Direito, legislação e liberdade: uma nova formulação dos princípios liberais de justiça e economia política*. Normas e ordem. São Paulo: Visão, 1º vol., 1985.
- HAYEK, F. A. Individualism: True and False. In: *Individualism and economic order*. South Bend: Gateway, p. 1-32, 1948.
- LEVINS, R. e LEWONTIN, R. *The dialectical biologist*. Cambridge: Harvard University Press, 1985.
- POLANYI, K. *A grande transformação – As origens da nossa época*. Rio de Janeiro: Campus, 1980.
- SIMON, H. A. From substantive to procedural rationality. In: *Method and appraisal in economics*. Spiro J. Latsis. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- SUGDEN, R. Spontaneous order. In: *Journal of Economic Perspectives*, v. 3, n. 4, p. 85-97, 1989.

## 5 Apêndice

Programa em Mathematica<sup>5</sup>

```
<<Statistics`NormalDistribution`
(*
  n = tamanho do reticulado
  m = numero de passos
  G = potencial global
  K = potencial de interacao
*)
instituicaoEspontanea [n_, m_, G_, K_] := Module[
{pot, initconfig, flip, pesoViz, valCasa, valMuda, flipList, stepList, orderList},
  pot[1, 4] = G + 4 K;
  pot[1, 2] = G + 2 K;
  pot[1, 0] = G + 0 K;
  pot[1, -2] = G - 2 K;
  pot[1, -4] = G - 4 K;
  pot[-1, 4] = G + 4 K;
  pot[-1, 2] = G + 2 K;
  pot[-1, 0] = G + 0 K;
  pot[-1, -2] = G - 2 K;
  pot[-1, -4] = G - 4 K;
  initconfig = 2 Table[Random[Integer], {n}, {n}] - 1;
  flip = (lat = #;
  {i1, i2} = {Random[Integer, {1, n}], Random[Integer, {1, n}]};
  If[i1 = n, dn = 1, dn = i1 + 1];
  If[i2 = n, rt = 1, rt = i2 + 1];
  If[i1 = 1, up = n, up = i1 - 1];
  If[i2 = 1, lt = n, lt = i2 - 1];
  pesoViz = lat[[dn, i2]] + lat[[up, i2]] + lat[[i1, rt]] + lat[[i1, lt]]; valCasa =
  lat[[i1, i2]]; valMuda = pot[valCasa, pesoViz] + Random[NormalDistribution[0, 1]];
  If[valMuda < 0, lat[[i1, i2]] = -1; lat, lat];
  If[valMuda > 0, lat[[i1, i2]] = 1; lat, lat] &;
  flipList = NestList[flip, initconfig, m];
  stepList = flipList[[Range [1, m, n^2]]];
  orderList = Map[Abs[Apply[Plus, Flatten[#]] /n^2] &, stepList];
  ListPlot[orderList, PlotJoined→True,
  PlotLabel→FontForm["Convergência da Simulação", {"Times", 12}]];
  (*
  Map[{Show[Graphics[RasterArray[#] /.{1→RGBColor[0,1,0],-1→RGBColor[1,0,1]}]}]&,
  stepList];
  *)
  Map[(DensityGraphics[ListDensityPlot[#, Mesh →False])] &, stepList];

SeedRandom [5];
instituicaoEspontanea[n, m, G, K]
```

<sup>5</sup> O programa utilizado nas simulações deste artigo foi construído com base num código de computador produzido por Gaylord e Nishidate para simular o modelo de Ising (1994).