

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA

Luciano Mattar

**EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BENS PÚBLICOS:
COMPLEXIDADE, ADAPTAÇÃO E INSTITUIÇÕES**

Belo Horizonte

2011

Luciano Mattar

**EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BENS PÚBLICOS:
COMPLEXIDADE, ADAPTAÇÃO E INSTITUIÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Política

Orientador: Bruno Pinheiro Wanderley Reis

Belo Horizonte

2011

Luciano Mattar

**EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BENS PÚBLICOS:
COMPLEXIDADE, ADAPTAÇÃO E INSTITUIÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Política

Aprovado em __/__/____

Banca Examinadora:

Bruno Pinheiro Wanderley Reis (Orientador)

José Angelo machado (Arguidor)

Yurij Castelfranchi (Arguidor)

AGRADECIMENTOS

Ao povo brasileiro.

Ao meu pai, César de Moraes Mattar (em memória).

À minha mãe, Maria Beatriz de Moraes.

Ao meu irmão, Alexandre de Moraes Mattar, e à minha irmã, Patrícia Mattar.

Ao meu orientador, Bruno Pinheiro Wanderley Reis.

Aos meus amigos.

Aos meus colegas de turma do mestrado.

Aos colegas das ciências sociais.

Aos funcionários da UFMG.

Aos professores do Departamento de Ciência Política, em especial ao professor Antônio Fernando Mitre Canahuati.

Aos professores arguidores José Angelo Machado e Yuriy Castelfranchi.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

Making the simple complicated is commonplace; making the complicated simple, awesomely simple, that's creativity.

(Charles Mingus)

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo principal revisitar a discussão em torno do tema da eficiência das instituições na produção de bens públicos com o auxílio dos modelos baseados em agentes (MBAs) e a teoria dos sistemas adaptativos complexos (SACs). Estes dois aportes, um metodológico e outro teórico-conceitual, serão apresentados como uma via alternativa com o fim de aumentar o entendimento do tema em relação ao tratamento canônico feito pela teoria da escolha racional e a teoria dos jogos. De modo complementar, os resultados alcançados por ambos os grupos de abordagens serão contrastados.

MBAs permitem construir modelos teóricos nos quais os agentes possuem maior diversidade de atributos e comportamentos. Oferecem ao pesquisador a possibilidade do acompanhamento em tempo de execução do processo de diferenciação e evolução de estratégias comportamentais e maior flexibilidade em alterações pontuais dos parâmetros do modelo. Por sua vez, os conceitos pertencentes à literatura dos SACs fornecem meios de interpretar as dinâmicas simuladas pelos MBAs. Segundo esses dois aportes, padrões de comportamento agregado podem ser entendidos como um fenômeno emergente resultante da diferenciação contínua de trajetórias individuais em interação adaptativa e sujeita a recorrente ausência de equilíbrio sistêmico, e esta retroalimentando as interações individuais.

Para avaliar a adequação do uso dos MBAs e os conceitos dos SACs à pesquisa nas ciências sociais, será utilizado como critério a sua capacidade em produzir dinâmicas aptas a serem compreendidas segundo temas canônicos das ciências sociais, como dilemas de ação coletiva, e áreas de especialização, como a teoria democrática. Noções ou conceitos como valores, normas e ação social serão mobilizados para a interpretação dos resultados gerados pelos MBAs a serem apresentados ao longo da dissertação.

Palavras-chave: Bens públicos, instituições, agentes, sistemas adaptativos complexos, modelos baseados em agentes, ciências sociais.

ABSTRACT

This work has as main objective to revisit the discussion around the topic of efficiency of institutions in the production of public goods with the help of agent-based models (ABMs) and the theory of complex adaptive systems (CASs). These two contributions, one methodological and the other theoretical and conceptual, will be presented as an alternative way in order to enhance understanding of the topic in relation to the canonical treatment made by rational choice theory and game theory. In a complementary manner, the results obtained by both groups of approaches will be contrasted.

MBAs allow construct theoretical models in which agents have a greater diversity of attributes and behaviors. This methodology offers the researcher the possibility of run-time monitoring of the process of differentiation and evolution of behavioral strategies and greater flexibility for specific changes of model parameters. In turn, the concepts belonging to the literature of CASs provide a means of interpreting the dynamics simulated by ABMs. According to these two contributions, aggregate patterns of behavior can be understood as an emergent phenomenon resulting from the continuous differentiation of individual trajectories in adaptive interaction and subject to recurrent absence of systemic equilibrium, and this feeding back individual interactions.

To evaluate the suitability of the use of ABMs and concepts of CASs to research in the social sciences, will be used as a criterion their ability to produce dynamic able to be understood according canonical topics of social sciences, as dilemmas of collective action, and areas of expertise as democratic theory. Notions or concepts such as values, norms and social action will be mobilized for the interpretation of the results generated by ABMs to be presented throughout the dissertation.

Keywords: Public goods, institutions, agents, complex adaptive systems, agent-based models, social sciences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O núcleo das relações.....	22
Figura 2 – Um simples cenário: o núcleo das relações e variáveis estruturais.....	23
Figura 3 – Descrição dos jogos	31
Figura 4 – Descrição das estratégias.....	32
Figura 5 – Evolução de estratégias em ensembles de dois jogos	33
Figura 6 – Vizinhança de Von Neumann e vizinhança de Moore.....	40
Figura 7 – Evolução típica de um modelo de segregação de Schelling com agentes requerendo ao menos 50 por cento de vizinhos semelhantes	41
Figura 8 – Representação gráfica do modelo El Farol gerada pelo programam Netlogo	45
Figura 9 – Agentes do tipo patches e distribuição de açúcar.....	49
Figura 10 – Distribuição aleatória dos agentes.....	50
Figura 11 – Grid com duas commodities. Montanhas de açúcar no nordeste e sudoeste e montanhas de tempero a noroeste e sudeste	52
Figura 12 – Interface do modelo.....	61
Figura 13 – Tipos de oportunismo.....	105
Figura 14 – O problema básico do Federalismo.....	107
Figura 15 – A Fronteira Metodológica	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Oscilação de uma população de agentes em uma série temporal.....	25
Gráfico 2 – Tempo de transição entre regimes como função do número de agentes, m e ϵ	27
Gráfico 3 – Memória de 1 semana passada, conjunto de 1 hipótese e com o limite de lotação de 60 por cento indicado pela linha vermelha	47
Gráfico 4 – Memória de 4 semanas passadas e um conjunto de 6 hipóteses	47
Gráfico 5 – Memória de 8 semanas passadas e um conjunto de 12 hipóteses	48
Gráfico 6 – Histograma da evolução da distribuição de riqueza entre agentes inicialmente distribuídos de maneira aleatória.....	51
Gráfico 7 – Phase Plot de um comportamento instável à esquerda e de um comportamento estável à direita	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preferências de oito agentes sobre três questões	75
Tabela 2 – Resultados para uma única jurisdição	76
Tabela 3 – Resultado para múltiplas jurisdições	77
Tabela 4 – Número médio de realocações por rodadas para 1000 agentes	77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 BENS PÚBLICOS, RACIONALIDADE E DIVERSIDADE	9
1.1 Uma proposta de como se integrar duas premissas: racionalidade e contexto.....	14
1.1.1 O modelo de Reis	16
1.1.2 O modelo de Ostrom	20
1.2 Uma proposta para integrar diversidade à teoria dos jogos.....	24
1.2.1 Modelos Baseados em Agentes.....	24
1.2.2 Padrões emergentes de comportamento	29
2 COMPLEXIDADE, MODELOS BASEADOS EM AGENTES E CIÊNCIAS SOCIAIS.....	37
2.1 MBAs canônicos ao campo das ciências sociais.....	38
2.1.1 O modelo de Segregação de Thomas Schelling	39
2.1.2 O modelo <i>El Farol</i> de Brian Arthur	42
2.1.3 O modelo Sugarscape de Joshua Epstein & Robert Axtell	48
2.2 Considerações sobre o desenvolvimento de modelos baseados em agentes	54
2.3 Considerações sobre a análise de resultados de modelos baseados em agentes.....	56
2.4 Um exemplo de código de modelo baseado em agentes no Netlogo: O modelo de Segregação de Thomas Schelling.....	60
3 CAPITALISMO, INSTITUIÇÕES E BENS PÚBLICOS	68
3.1 Um modelo baseado em agentes para eficiência na produção de bens públicos locais	71
3.1.1 O modelo, variações e resultados	73
3.1.2 Modelos analíticos e modelos baseados em agentes vis-à-vis validação empírica	78
3.2 Contratos incompletos, preferências sociais e efeitos crescentes generalizados.....	80
3.3 Evolução institucional e capitalismo	86
4 COMPLEXIDADE, A MULTIDIMENSIONALIDADE DO FEDERALISMO, E O TRADEOFF ENTRE EFICIÊNCIA E PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BENS PÚBLICOS	93
4.1 Eficiência e Participação	94
4.2 Complexidade e federalismos	100
4.3 O modelo de Jenna Bednar.....	104

4.4 O federalismo robusto e a teoria democrática	110
CONCLUSÃO: NÓS E AS NOSSAS OBRAS	114
O que há entre?.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

INTRODUÇÃO

A produção de bens públicos¹ é favorecida por uma série de regras públicas institucionais de comportamentos, condicionantes conjunturais e as dimensões estratégica e valorativa constitutivas das pessoas. Por regras institucionais, entendem-se as regras positivas como o do sistema político, econômico e judicial sob o aparato estatal. Ambas as dimensões de ordem moral e racional-estratégica, distinguíveis na constituição psíquica das pessoas, versam sobre a predisposição destes à adequação a condutas favoráveis ao alcance do fim em questão, o bem-público. Os condicionantes conjunturais em tela são aqueles ligados à determinação da natureza dos bens públicos, incluindo as restrições espaço-temporais e redes estruturadas de interação entre os indivíduos e destes com o aparato institucional.

Para o esforço de entendimento das múltiplas vias pelas quais esse conjunto de elementos interage e resulta em níveis distintos de produção de bens públicos, a dissertação seguirá o passo da literatura que se distingue do trato usual deste tema pela incorporação do corpus teórico e metodológico da teoria dos *sistemas adaptativos complexos* (SACs) e os *modelos* ou *modelagem baseada em agentes* (MBAs). Vale mencionar que não se tratam de novidades ambas as vertentes. Em um espaço de 30 anos, lograram constituir um campo de produção científico de crescimento exponencial calcada em intenso desenvolvimento de áreas correlatas tais como a teoria dos sistemas multiAgentes, a matemática computacional e a engenharia de hardwares. De ampla aplicação, modelos de simulação de agentes e conceitos de *complexidade*, *adaptação* e *emergência* se consolidam igualmente em outros campos científicos como a biologia, química e geociências.

Ainda que desnecessário aos leitores já habituais com a literatura científica de alto nível, queremos enfatizar, desde agora, que um dos objetivos de uma pesquisa de tal natureza não é defender a “superioridade” de uma abordagem sobre a outra, o objetivo é pensar possibilidades factíveis de representação dos fenômenos de interesse dentro do estado da arte de ambas as perspectivas, e como consequência, a única defesa a ser feita será a da tentativa de síntese. É ingênuo afirmar que SACs e MBAs possuem superioridade ou estão a

¹ Bens públicos são bens que são não-exclusivos e não-rivais, isto é, que o consumo de um bem por uma pessoa não exclui outros do seu consumo e que o consumo por uma pessoa também não reduz sua disponibilidade para outros. É creditada a Paul Samuelson, em seu artigo *The Pure Theory of Public Expenditure* (1954), a primeira teoria de bens públicos desenvolvida.

revolucionar o tratamento de problemas já feitos com grande reconhecimento por abordagens consolidadas, a saber, a apreciação canônica da abordagem da escolha racional, e seus proeminentes braços, a teoria dos jogos e a teoria da escolha social. Jamais devemos subestimar o legado de todo o desenvolvimento proporcionado por meio de esforços de mentes brilhantes como Von Newman, Harsanyi, Schelling e Axelrod – uma amostra mais do que representativa –, os quais estão na raiz de muitos *insights* propiciados pelos SACs e MBAs. A voracidade do espírito científico e deslumbramento por novidades técnicas e teóricas, certamente necessárias, podem tornar-se inimigas da sensatez reclamada ao avanço teórico-metodológico.

Em uma formulação introdutória, geral e didática, a ser expandida pelos próximos capítulos, um estado de coisas social quaisquer pode ser entendido como um padrão macroscópico que *emerge* de dinâmica interdependente e *adaptativa* entre agentes sociais caracteristicamente diversos, em contextos governados tacitamente por normas e valores sociais e publicamente por regras institucionais. A dinâmica entre todos esses elementos é não-linear, isto é, as propriedades do fenômeno emergido não podem ser identificadas de maneira reversível à contribuição individual dos agentes. Diferente de sistemas lineares, um dado fenômeno, entendido como *complexo*, ao ser causado por dois ou mais estímulos não é a soma das respostas que seriam causadas por cada estímulo individualmente.

Sistemas não-lineares são fundamentalmente não-predicáveis, e isso limita o entendimento destes por ferramentas analíticas de identificação de equilíbrios e otimização. Esses métodos conseguem identificar tendências e equilíbrios pelo uso de reducionismos, sendo o uso do chamado “agente representativo” o mais emblemático: um artifício de representar populações como grupos de agentes idênticos que facilita a operacionalização matemática de suposições teóricas ao custo de modelar com pouco ou nenhum realismo. Ora, se o objetivo é entender padrões macroestruturais como resultantes de comportamentos, e não somente de variáveis e índices, a flexibilidade necessária para representar a diversidade que determina os diferentes comportamentos, em sua manifestação individual de acordo com tipo mais ou menos estáveis de a ação social, pode ser oferecida muito limitadamente, por meio de artifícios como uma igual taxa intertemporal de desconto e uma igual taxa marginal de substituição atribuídas a todos os agentes. Em síntese, diversidade restringe demasiadamente a convergência comportamental. O que ocorre, e isso é mais de acordo com sistemas sociais, são momentos de quase equilíbrio, mesmo quando as variações são muito tênues, e esses

momentos de quase equilíbrios alternam-se e coexistem com sistemas de múltiplos equilíbrios.

MBA é a técnica que atende as exigências da perspectiva dos sistemas complexos. Ela gera dados por via de simulação, não necessariamente por computadores – o modelo de Segregação de Thomas Schelling a ser apresentado no segundo capítulo deixa claro esta distinção –, de cenários constituídos de agentes orientados segundo simples regras de comportamento em ambientes estruturados que também podem possuir regras de comportamento tais como os agentes “humanos” – por exemplo, pense no caso do solo fértil que com o cultivo contínuo perde gradativamente sua fertilidade ou “se cansa”. Como cada agente é simulado individualmente, é possível acompanhar as trajetórias individuais junto com a evolução do comportamento agregado do sistema. Esta é uma diferença notável em relação aos modelos matemáticos dedutivos, usados sobejamente na da teoria dos jogos, nos quais temos a determinação de pontos de equilíbrio *a priori* sem indicar-nos por quais meios ou comportamentos os agentes viriam a alcançá-los. O que possibilita essa funcionalidade é a construção por meio de algoritmos (cadeia de regras para um determinado fim) em sua maioria do tipo “se” e “então” (*if/else*).

As linguagens de programação orientadas a objeto (POO) tais com C++ e Java e paradigmas mais sofisticados de orientação a agentes (POA) são as mais apropriadas para os MBAs. O domínio de linguagens de programação, o que requer esforço considerável de aprendizado, e o moroso processo de construção de modelos, mesmo quando feito por experientes programadores, são empecilhos cada vez menores atualmente graças à variedade existente de softwares de ambiente de desenvolvimento ou *toolkits* para construção de MBAs. Dentre os mais conhecidos, e baseados em orientados a objetos: Repast, Mason, Swarm e NetLogo. Eles oferecem comandos e rotinas pré-definidas e instrumentos de leitura de resultados que permitem acompanhar facilmente o comportamento geral do modelo: *outputs* gráficos, tabelas e animações de comportamento do sistema e agentes.

Por meio de todo esse aparato técnico e teórico, pensar-se-á o que é próprio das instituições e das pessoas que as criam e a elas se submetem na superação dos dilemas envolvidos na produção de bens públicos. Pensemos no caso de tentar-se determinar o quanto da ação individual cotidiana deve ser subordinado a determinado *corpus* de regras ou normas públicas, garantidas em última instância pelo Estado e seu aparato de violência legítima – tentando ser ater a certo nível de realismo, a referência será sempre uma situação democrática,

excluindo-se da discussão hipotéticas situações de exceção de direitos ou pretorianismos –, levando em conta a evidência empírica do existente comportamento dito desviante ou não ajustado às exigências de produção de bens públicos e bem estar social. Por um viés puramente institucional, a explicação é alguma falha de desenho das instituições existentes ou a falta de mais instituições. Certamente, uma maior regulamentação tem sua eficácia, como no exemplo dos mercados, que sem nenhum tipo de determinação exógena – tais como por códigos como a CLT (Decreto-Lei 5.452/43) e a Lei Antitruste (Lei 8.884/94), operacionalizados por instituições políticas, econômicas e legais que se complementam em redes – podem somente alcançar um nível inferior de produção de bem estar social. Mas de nada vale regras de regulação bem desenhadas se não houver determinada constituição moral e avaliação estratégica favorável à adequação a regras. É comum a textos ligados a teoria da escolha pública e a teoria dos jogos exemplos de como culturas ou sociedades diferentes produzem diferentes resultados quando seus indivíduos são expostos às mesmas regras em experimentos comportamentais.

Experimentos baseados na classe de jogos do tipo *ultimatum games*, nos quais os pesquisadores avaliam a predisposição das pessoas à divisão igualitária de valores monetários ou bens em uma interação de barganha de uma rodada apenas, são exemplares e como a combinação entre valores e cálculo pode resultar em grande variação comportamental (ROTH *et al.* 1991). Igualmente, pesquisas empíricas comparadas apontam a excepcionalidade de altos níveis regionais de participação política como resultante do impacto de uma determinada cultura sobre as escolhas dos indivíduos (ALMOND, VERBA. 1963; INGLEHART. 1997). Há trabalhos que defendem que um padrão cultural altruísta ou egoísta é causado pelo condicionamento estrutural da sobreposição de múltiplos contextos (BERNAR, PAGE. 2007). Nestes, a tendência das pessoas cooperarem e acreditarem umas nas outras, fundamental na eficácia dos mercados, regimes políticos e leis, seriam formas de comportamento ainda racionalmente orientados, porém condicionados por limitações cognitivas e informacionais devido as características próprias das redes sociais e institucionais que os limitam. A multidimensionalidade irá produzir complexidade; um tanto mais difícil de teorizar e mais próximo de situações cotidianas. Já adiantando um dos capítulos da dissertação, tal proposta será apresentada com mais detalhes no capítulo 1.

Entre ambas as noções, de estratégia e cultura, há também outras noções necessárias à compreensão da eficácia na produção de bens públicos. É o caso da idéia de “legitimidade”,

capital a uma discussão feita sobre o pano de fundo das sociedades liberal-democráticas, às quais a adequação a regras e incentivos também deve passar pelo crivo da aceitação pública, sob pena de tornarem-se ineficazes. Inequivocamente, focos de conflitos que levam à não-cooperação entre as partes conflitantes e a contestação de regras que levariam a maior produção de bem-estar se obedecidas são aceitáveis sob a noção de legitimidade, o mesmo vale para a situação inversa na qual a resistência quanto à aceitação de regras e instituições que irão produzir menos bem-estar social para determinados grupos. Dito isso, uma maneira plausível de se orientar entre todos os matizes do *trade-off* entre legitimidade e eficiência é perguntar-se sempre: “é eficaz para quem?”. Veja o caso de como alcançar maior eficiência em uma economia de mercado. Idealmente, todo aparato regulatório dos mercados terá como objetivo maior limitar a sempre constante tentativa, por parte de elites econômicas e políticas, a imposição de práticas de acumulação em benefício unilateral, a despeito do resto da população. Porém, se aceitarmos maiores níveis de realismo, devemos procurar entender qualquer iniciativa de elevar o nível de eficiência tendo atenção sobre como será feita a partilha dos ganhos de bem-estar social e a natureza das causas que levam a um juízo positivo ou negativo por parte dos indivíduos, ou das elites que os representam, na aceitação dos meios pelos quais se fará este ganho de desempenho. Ou, da mesma forma, quando é perceptível a manutenção intencional de níveis baixos de eficiência geral do sistema com o objetivo de maior bem estar para determinados grupos, como no caso da manutenção de monopólios. Para bem incorporar a noção de legitimidade em nossa discussão, necessária se faz uma ponte com a Teoria Democrática, o que será feito em inúmeros momentos.

Do breve exposto, fica a sugestão de que a quantidade de relações possíveis entre indivíduos e instituições e resultados que daí surgem crescem à medida que as variáveis, aqui consideradas na produção de bens públicos e do conseqüente bem-estar social, são flexibilizadas na tentativa de aproximação de contornos cada vez mais realistas. Este enriquecimento por meio de variáveis e parâmetros deve ser, no entanto, bem dosado, à maneira de um conta-gotas, pois o ganho de realismo é contrastado com ganho em intratabilidade analítica, no limite não passível de ser classificável ou reduzido a factíveis unidades de análise, conceitos e constantes. O mesmo vale para as teorias, pois o aumento de especificidades empíricas e de parâmetros mina a generalidade que as tornam robustas. Sim, tentar-se-á a parcimônia, com modéstia e sem o recurso do caminho fácil de permanecer encima do muro teórico-metodológico.

As considerações até aqui apresentadas serão aprofundadas em quatro capítulos seguidos por uma “conclusão”.

No primeiro capítulo, tentar-se-á uma síntese de modelos teóricos para o entendimento da relação entre estratégia, cultura, e condicionantes de ordem estrutural que se baseiam na teoria dos jogos e a teoria da escolha pública. Haverá, por meio de uma peculiar articulação de autores, uma sugestão de como podemos alcançar resultados de interesse sociológico em análises de dilemas de ação coletiva na produção de bens públicos nos quais a alternância de cooperação e deserção é uma hipótese. Como há de ser visto neste momento, os MBAs permitem construir modelos que simulam a interação de agentes com diversidade atributos e comportamentos orientados por simples regras do tipo “se” e “então”. Quanto à natureza ou caráter dos atributos e comportamentos que valham para a pesquisa sociológica, econômica e política, iremos nos valer das sugestões de Fábio Wanderley Reis e Elinor Ostrom. Reis com seu entendimento calcado principalmente no seu conceito de desenvolvimento político e Ostrom com sua revisão da literatura devotada ao problema da ação coletiva, irão fornecer elementos de ordem moral, institucional e situacional para pensarmos, junto aos MBAs e os SACs, uma chave para minimizar limitações técnicas e conceituais das abordagens tradicionais.

Feita a discussão fundamental, pelo motivo de apresentar a justificação da perspectiva adotada nesta dissertação no entendimento de questões canônicas do campo das ciências sociais, seguiremos para o segundo capítulo onde será feita a apresentação pormenorizada de nossos convidados metodológicos e conceituais: os MBAs e os SACs. Pela abrangência de usos que estes possuem em outras regiões do conhecimento científico, como a biologia, a física, a inteligência artificial, a demografia, o urbanismo, as ciências cognitivas, é necessário delimitar o que surge como específico no crescente diálogo com as ciências sociais e a economia, lugar ao qual iremos nos situar. Além do esperado escrutínio conceitual, haverá a apresentação de MBAs canônicos ao campo das ciências humanas: o modelo de segregação espacial de Thomas Schelling; o modelo *sugarscape*, nome pelo qual é conhecido o modelo de sociedades artificiais desenvolvido por Robert Axtell e Joshua Epstein; o modelo *El Farol* de W. Brian Arthur que simula agentes dotados de racionalidade do tipo indutiva – novamente outra proposta de abandono dos modelos constituídos de agentes com ilimitada racionalidade e informação.

No terceiro capítulo retornaremos a problemática envolvida na definição dos incentivos institucionais necessários ao alcance de comportamentos orientados para a produção de maior utilidade social por via da produção de bens públicos. Pensando em termos de MBAs, será feita uma apropriação do modelo desenvolvido para o campo da economia política por Ken Kollman, John Miller e Scott Page (2003) baseado na tese de Charles Tiebout. Para este, bens públicos locais podem ser eficientemente produzidos se agentes podem livremente escolher entre jurisdições alternativas que tentam atrair cidadãos por meio de incentivos. Esse MBA fornece uma estrutura mínima para avaliar qual tipo de instituição decisória seria melhor na alocação de indivíduos com preferências diversas. No entanto, para tornar-se uma ferramenta com aplicação a um nível mais realista, a discussão sobre eficiência institucional deve tomar em conta que a constituição de instituições públicas e reguladoras sempre terá como pano de fundo uma sociedade marcada pela divisão social do trabalho, maximização de interesses privados, diferentes dotações de propriedades e rendas, etc. A discussão se desdobrará na direção de cuidados a serem tomados para a construção de modelos com utilidade para o desenho de instituições, ainda que partamos de suposições mais simples sobre os obstáculos ao pleno funcionamento dos mercados e instituições na produção bens públicos.

No último capítulo, chegaremos o mais perto do que poderíamos chamar de um “estudo de caso”. A discussão em torno de MBA para experimentação de desenhos institucionais, com incentivos que levam as pessoas a exercitarem suas preferências no sentido da produção de maior utilidade social, presente no capítulo anterior, será estendida na direção de um caso mais específico, o do federalismo norte-americano. A discussão desenvolvida por Jenna Bednar (2007) será sobre o papel de determinadas instituições presentes no federalismo norte-americano, conhecidos como *safeguards*, como efetivos condicionantes de um arranjo federalista que se pretende ser “robusto”, isto é, capaz de responder satisfatoriamente aos perigos reais ao funcionamento do arranjo federalista advindos do comportamento oportunista, ao qual os entes federados estão predispostos. Ainda que o acordo de cooperação mútua entre os entes federados, em seu objetivo de equalizar a autonomia individual e a submissão a um governo central, esteja na raiz da fundamentação dos pactos federativos e orienta seu desenho institucional, para a autora, o oportunismo sempre existirá e um federalismo para ser robusto precisa contê-lo por via da complementariedade, ou uma rede de complementariedades, entre instituições presentes no sistema político norte-americano. Como feito no capítulo 3, não se deixará de apontar limites

e perspectivas teóricas adicionais. Especificamente, haverá uma série de ponderações sobre o constante *tradeoff* entre eficiência e participação, e sobre a noção de legitimidade, conexas ao segundo termo.

1 BENS PÚBLICOS, RACIONALIDADE E DIVERSIDADE

O debate em torno da provisão de bens públicos possui duas grandes vertentes teórico-analíticas inauguradas por dois trabalhos que se confundem em seus impactos e centralidade para as ciências sociais e a economia. Ainda que com cerca de vinte anos de diferença, contemplam dimensões complementares. Cronologicamente, *Theory of Games and Economic Behavior* (1944) de John Von Neuman e Oskar Morgenstern e *The logic of collective action: public goods and the theory of groups* (1965) de Mancur Olson Jr. oferecem um conjunto de refutações a um conjunto de teorias genericamente chamadas de Tradicional Teoria dos Grupos, as quais são baseadas na proposição segundo a qual se os membros de algum grupo possuem interesses ou objetivos comuns, e se todos os membros alcançassem ganhos superiores caso esses objetivos sejam realizados, segue-se logicamente que os indivíduos agirão, se eles forem racionais e auto-interessados, no sentido de tais interesses ou objetivos. A idéia aqui é que a racionalidade do grupo vem antes da racionalidade dos indivíduos. O comportamento racional por parte do indivíduo residiria meramente em aceitar o que é racional para o grupo como um todo. É Karl Marx o mais famoso expoente dessa visão. Marx pensou que coalizões em potencial como o capital e o trabalho poderiam ser tratadas como *players* monolíticos. Essa maneira de modelar subestima o fato de que a coesão de uma coalisão depende da extensão sobre a qual esta satisfaz as aspirações de membros individuais. De acordo com Ken Binmore (2007), é preciso perguntar o que mantém a coalizão junta, assim como o porquê de uma coalização se constituir mais do que outra. Como este autor pontua: “Who you know usually counts for more than what you know, even in societies that pride themselves on their egalitarian social contracts” (Idem: 534). Passemos a apresentação sucinta das idéias de Von Neumann e Morgenstern e de Olson.

Na obra essencial para o desenvolvimento da chamada teoria dos jogos, Von Neumann e Morgenstern fazem a primeira distinção entre jogos cooperativos e não-cooperativos. Basicamente, jogos cooperativos são os nos quais os jogadores estabelecem acordos sobre quais estratégias serão usadas antes do jogo começar. Os jogos não-cooperativos são jogos nos quais os jogadores escolhem, independente uns dos outros, suas estratégias para maximizar seu próprios ganhos (*payoffs*) (BINMORE. 2007). A posterior invenção por Alan W. Tucker do chamado Dilema do Prisioneiro² em 1950 (em uma de suas aulas quando

² “The most famous game of all is the Prisoner's Dilemma. Its story typically goes something like the following. Two suspects A, B are arrested by the police. The police have insufficient evidence for a conviction, and having

professor visitante da Universidade de Stanford para um público formado por psicólogos) se transformaria no jogo da classe dos não-cooperativos que mais cabalmente exemplificaria os resultados de se aceitar a noção de jogador ou agente racional. Ainda que atualmente se fale mais dos resultados teóricos do dilema por conta de seu valor didático – como será discutido em outros momentos desta dissertação. O Dilema do Prisioneiro representa um desafio ao outro legado do trabalho de Von Neumann e Morgenstern, os jogos cooperativos. Estes permitiriam aos jogadores negociarem até alcançarem o melhor resultado possível para todos os jogadores, mesmo que não um resultado do tipo Pareto Eficiente ou Ótimo³, sendo que este ocorre quando não é possível melhorar o bem-estar de um jogador sem que se diminua o bem-estar de qualquer outro. Porém, se os jogadores forem estritamente racionais o resultado em um dilema do Prisioneiro será sempre o de menor *payoff*, pois é a estratégia estritamente dominante, isto é, a que melhor a ser tomada entre todas as diferentes combinações de estratégias disponíveis aos jogadores. Além do que, em uma situação de incerteza substantiva e procedimental, não há como saber se outros participantes irão honrar seus compromettimentos prévios, mesmo em uma situação que permita cooperação e maiores ganhos mútuos. Esse resultado de equilíbrio sub-ótimo, ou inferior, que em termos da Teoria dos Jogos é dito ser um *Equilíbrio de Nash*, isto é, a melhor estratégia a ser tomada em resposta a estratégia do outro jogador, só pode ser alterado por expedientes que são externos ou exógenos aos jogadores.

É objeto de discussão o realismo do dilema do prisioneiro para além de sua utilidade heurística de prospecção teórica sobre temas ligados a noção de racionalidade e interação

separated both prisoners, visit each of them and offer the same deal: if one testifies for the prosecution against the other and the other remains silent, the silent accomplice receives the full 10-year sentence and the betrayer goes free. If both stay silent, the police can only give both prisoners 6 months for a minor charge. If both betray each other, they receive a 2-year sentence each.” (VIDAL. 2009:42)

³ “We can solve the unfairness problem by defining a solution concept that does not take into account the agents’ absolute utility values. A strategy s is said to be Pareto optimal if there is no other strategy s' such that at least one agent is better off in s' and no agent is worse off in s' than in s . There can be more than one Pareto optimal solutions for a given problem. The set of all Pareto strategies for a given problem is formally defined to be the set

$$\left\{s \mid \neg \exists s' \neq s \left(\exists_i u_i(s') > u_i(s) \wedge \neg \exists_{j \in -i} u_j(s) > u_j(s') \right)\right\}$$

where $-i$ represents the set of all agents except i . Pareto solutions are highly desirable from a social welfare perspective as they ensure that no one agent can complain that it could get more utility without hurting someone else in the process. In Economics the Pareto solution is often referred to as Pareto efficient or, simply, the efficient solution. Unfortunately, Pareto solutions might also be unstable in that efficient one player might have an incentive to play a different action because he gets higher utility, which means others get lower utility. In a dynamic multiagent system stability can be very important as designers often want the system to converge (...) The problem of lack of stability was solved by John F. Nash.” (VIDAL. 2009:41)

estratégica. Certamente que no chamado mundo real não há como prescindir de instituições públicas tais como o sistema legal e criminal para a manutenção, ainda que imperfeita, de acordos. Na verdade, há imensa discussão sobre o papel de instituições em alterar as estruturas de um jogo do tipo não-cooperativo em um do tipo cooperativo por meio de incentivos e coerções a comportamentos individuais. O mesmo pode se dizer das penalidades impostas em âmbito moral ao comportamento considerado desviante quanto a compromentimentos tácitos inerentes a determinados sistemas de regras ou normas de um dado sistema social. Notório na sociologia clássica é o trabalho de Émile Durkheim em diagnosticar a existência de todo um sistema de indução social de comportamentos que possui como conceito fundamental a noção de “fato social” – caracterizado por ser independente e externo aos indivíduos e com poder coercitivo – responsável por impelir as pessoas a agirem de acordo com a manutenção de comportamentos compartilhados coletivamente.

A crítica de Olson incide sobre o argumento geral de que, independente dos tipos de princípios norteadores e tamanhos, os grupos tenderiam naturalmente a agir para a realização de algum bem comum que beneficiará, por definição, todos os membros do grupo. Assim, se isto é uma característica fundamental de todos os grupos ou organizações com objetivos econômicos, então pareceria improvável que grandes organizações fossem muito diferentes das menores, e indistintamente poderia ser produzido por um pequeno ou grande, mesmo que intuitivamente afirmemos que pequenos grupos sejam mais aptos a produzir bens públicos para si mesmos. Segundo o argumento de Olson, embora os membros de um grupo possuam interesse comum em obter benefício coletivo, eles não têm em comum o interesse de compartilharem o custo de provisão de um bem coletivo, pois sendo racionais, cada um preferiria que os outros pagassem por todo o custo, porque invariavelmente ainda teriam parte no bem participando ou não de sua produção. Para o autor, o entendimento das condições por trás da coordenação necessária à ação coletiva com fins de produção de bens públicos não pode ser alcançado de forma satisfatória sem o estudo dos custos e benefícios associados aos alternativos cursos de ação abertos aos indivíduos em pequenos e grandes grupos. (OLSON. 1971)

Em síntese, o argumento se desdobra por meio de três razões para o que chama de Dilema da Ação Coletiva: custo da contribuição e benefícios da contribuição, os “grupos latentes” e a existência do “*free-rider*”.

Como a consequência positiva que cada contribuição individual exerce sobre a produção do bem coletivo diminui com o aumento dos grupos, é racional que o ator individual não queira arcar com esses custos, justamente por ser irrelevante a contribuição individual e já estar assegurado o consumo do bem público, maximizando assim a sua utilidade. Isso se torna desastroso do ponto de vista agregado. Grupos cujos membros se deparam com essa percepção em relação à contribuição individual dos mesmos para a produção do benefício coletivo são classificados como "latentes". Se beneficiar dos ganhos do grupo sem pagar os custos, isto é, sem contribuir para o bem coletivo, originará o comportamento *free-rider* (carona). Para Olson, o dilema da ação coletiva é fundamentalmente um problema dos grandes grupos. Nesses, o *free-rider* não é facilmente identificado, e sua não contribuição não impede que o bem coletivo seja produzido. Em grupos pequenos, a não contribuição de um dos membros é facilmente percebida por todos os integrantes do grupo, o que reduz as possibilidades de que isto aconteça. Como consequência, ao menos que o número de indivíduos seja um tanto pequeno, e que haja coerção ou algum outro dispositivo para fazer os indivíduos agirem em interesse comum, indivíduos racionais não agirão para alcançar objetivos comuns ou de grupo. Conclui o autor, que somente aqueles grupos com capacidade de impor medidas coercitivas ou oferecer incentivos seletivos têm possibilidade de se organizar para objetivos coletivos. Esses incentivos seletivos podem ser do tipo positivo e negativo. Os primeiros são entendidos como retribuições pessoais simbólicas e materiais, por exemplo: fornecimento de retribuições materiais individuais aos associados de um sindicato, tais como jornais, espaços de lazer e serviços de assistência jurídica e médica. Os segundos são entendidos como formas de coerção. No exemplo do sindicato, a obrigatoriedade das contribuições sindicais, sob a pena de exclusão do uso dos bens oferecidos e mesmo expulsão no caso da recusa de contribuição.

A classe de jogos não-cooperativos, dos quais o Dilema do Prisioneiro se tornou o mais representativo, e o dilema da ação coletiva lançaram desafios ao debate teórico sobre a produção dos bens públicos, no qual o voluntarismo altruísta dos clássicos perde definitivamente espaço para o comportamento *free-rider* como resultado do postulado da racionalidade operando no contexto das sociedades modernas e de massa. Desenvolvimentos posteriores na teoria dos jogos e extenso trabalho empírico revelaram limites nas colocações de Olson e da canônica formulação da teoria dos jogos que os trabalhos de Von Neumann e Morgenstern deram origem. Novamente, utilizemos das palavras de Binmore (2007:9), agora sobre o Dilema do Prisioneiro: "No paradox of rationality exists. Rational players don't

cooperate in the Prisoners' Dilemma because the conditions necessary for rational cooperation are absent in this game”.

Hoje ambas as perspectivas, a do dilema da ação coletiva e dos jogos não-cooperativos, não são as mais adequadas à representação de ampla série de arranjos sociais existentes que favorecem grandemente a cooperação necessária à produção eficiente de bens públicos:

Actually, the public goods problem is not quite as hopeless as the simple version of the theory makes it sound. Various social arrangements have evolved to encourage the provision of public goods. The non-profit “third sector” of the economy devotes considerable effort to the provision of public goods financed by voluntary contributions that are motivated by appeals to people's “civic conscience” (or to their desire for the honors and respect that the community spontaneously accords to “public benefactors”). Voluntary contributions may also be gathered from those people most intensely and deeply concerned about the particular social need being addressed or from those who can be “shamed” into it by informal social pressures that withdraw status and respect from people identified and stigmatized as free riders. (JOHNSON. 1994-2005)

No intuito de seguir por caminhos mais adequados ao entendimento do tema dos bens públicos, escolhemos caminhar por três vias que agregaram três conjuntos de fatores empiricamente observáveis e suposições teóricas que visam explicar fenômenos estilizados ao campo das ciências sociais e a economia. Acreditamos que as três vias juntas, se bem articuladas, podem fornecer modelos teóricos amparados em pesquisa empírica e simulação de cenários que de alguma forma sejam capazes de tornar endógenos (isto é, que não sejam simplesmente imputados aos modelos, mas que surjam como resultado das interações entre agentes), elementos tais como valores e normas e padrões de comportamento e de estratificação social. Em um momento posterior, espera-se que podemos utilizar esses modelos como ferramentas de amparo ao desenho de mecanismos institucionais. As três vias são:

i. Integrar da dimensão dos valores e das normas sociais, e, em um conceito apenas, a dimensão da solidariedade e a ação nesta fundada, tanto como facilitadora quanto empecilho à constituição de um marco solidário em dilemas de ação coletiva (REIS. 2000b).

ii. Integrar variáveis estruturais que podem facilitar a cooperação entre agentes racionais. Por exemplo, interação face a face e o tipo de bem a ser produzido, em situações que se configuram como um dilema de ação coletiva (OSTROM. 2007).

iii. Simular interação entre agentes portadores de regras de comportamento racional não-representativos, isto é, agentes com diversidade de atributos (diferentes recursos, aprendizados, memórias, racionalidade limitada e informação assimétrica (RUIZ. 2003)), com o objetivo de verificar a capacidade destes agentes em alcançarem estados absorventes (estados de maior duração e não-estáticos) ou equilíbrios (estados estáticos ou imutáveis) preditos pela canônica teoria dos jogos.

As duas primeiras vias nos fornecem elementos de ordem estrutural e moral para construirmos modelos mais aptos à compreensão de uma série de fenômenos sociais onde a cooperação é inerentemente necessária. A terceira nos fornece instrumentos metodológicos e conceitos que nos permitem simular a emergência de estáveis padrões agregados de cooperação a partir de interações entre agentes orientados por racionalidade indutiva, imperativos morais e regras institucionais. No entanto, para que esta via seja útil ao campo das ciências sociais é necessário que ela seja capaz de fazer emergir padrões que se assemelham a fenômenos estilizados identificados pela literatura sociológica ou minimamente interpretáveis como sociológicos.

O capítulo possuirá dois momentos, seguindo a divisão acima: o primeiro com apresentação das duas vias; e o segundo, dedicado à terceira. Assim, introduziremos a discussão sobre o ganho explicativo obtido ao usar modelos que agregam elementos estruturais aos contextos de interação e agentes portadores de normas e valores. Depois, apresentaremos o recurso de se usar a técnica de simulação por modelos baseados em agentes (MBAs) como forma de controlar o conjunto de variáveis apresentado no primeiro momento com o propósito de simular a emergência de padrões de comportamento interpretáveis como sociológicos.

1.1 Uma proposta de como se integrar duas premissas: racionalidade e contexto

Os atributos estruturais das situações nas quais ocorrem as interações humanas (OSTROM. 2007), que podem favorecer tanto o comportamento orientado por valores

solidários ou cívicos quanto à defesa desembaraçada ou cínica do interesse próprio (CASTRO. REIS, 2003), devem integrar abordagens que se valem da noção de agente racional para que estas se tornem mais úteis para se pensar fenômenos como instituições políticas, agregação de preferências e problemas de ação coletiva. Em síntese, comum entre os autores que seguem essa agenda é tentar equalizar, de um lado, i) a premissa que afirma que os agentes sociais estão imersos em complexos de hábitos e de papéis sociais que conformam a capacidade perceptiva e cognitiva dos homens e seus interesses e, do outro lado, ii) a premissa segundo a qual o primado está em classificar a ação humana como guiada racionalmente e estrategicamente com vistas a alcançar objetivos, o que introduz considerações de custos e benefícios, pois os recursos de tempo, energia e conhecimento são sempre escassos (ALEXANDER. 1988). Esta segunda premissa é de acordo com o chamado postulado da racionalidade. Este sustenta “que a atividade humana é orientada pelo objetivo e é instrumental e que os atores individuais e institucionais tentam promover ao máximo a realização de seus objetivos” (TSEBELIS. 1998: 21).

Utilizaremos os modelos teóricos de dois autores que operam esta síntese: Fábio Wanderley Reis e Elinor Ostrom. Acreditamos que estes modelos se completam e oferecem uma junção satisfatória entre a noção de racionalidade, os valores e normas sociais e as variáveis estruturais para pensarmos modelos que considerem os constrangimentos de ordem material e cognitiva e simbólica que cerceiam a atividade ou comportamento humano.

Antes de prosseguirmos, faz-se oportuno algumas ponderações sobre os ganhos analíticos para as ciências sociais da manutenção (frequentemente considerada uma “insistência” por críticos) do postulado da racionalidade. A primeira justificação, que é fornecida por Reis (2000b), afirma que a despeito de ser empiricamente problemático manter o postulado da racionalidade, também problemático seria abandoná-lo ou minimizar o papel do cálculo e da ação estratégica. Segundo ele, isso seria recusar

O aspecto estratégico sempre contido nas relações estabelecidas entre os membros de qualquer coletividade, seja consolidada ou em formação, seja em escala microssociológica ou macrossociológica, como decorrência uns dos outros. Dito de outro modo, supor a presença do elemento estratégico significa supor agentes cujos interesses ou objetivos contam, isto é, de agentes que são pelo menos potencialmente autônomos. Daí que a própria definição do problema analítico fundamental da política não possa senão remeter fatalmente à concepção de um

estado ou condição em que indivíduos, como unidades irreduzíveis do processo de interação social e política, se tornam o ponto de referência necessário. (REIS. 2000: p. 123)

Nossa segunda justificação afirma que há validade nas conclusões que apontam como irrealistas os programas que se utilizam da noção ou conceito de racionalidade, como a abordagem ou teoria da escolha racional e, segundo a tipificação feita por Brian Barry (1996), suas duas grandes vertentes, a teoria dos jogos e a teoria da escolha pública, somente quando estas realizam inferências a partir de premissas que se ligam a uma concepção de racionalidade autônoma em relação a contextos. Supondo agentes que exercem suas racionalidades livres de variáveis estruturais, há pequena probabilidade de se alcançar um resultado melhor do que o deficiente equilíbrio de Nash em situações que se assemelham ao Dilema do Prisioneiro, em patente descompasso com o que é empiricamente observado. Somente a inclusão de variáveis estruturais pode constituir uma situação na qual, de agentes racionais, a cooperação pode emergir (OSTROM. 2007). A conclusão é que, sem tal complexificação da situação interativa, não podemos superar a crítica de que as abordagens que se utilizam da noção de racionalidade não podem ser capazes de produzir um modelo explicativo das diversas formas de ação coletiva que levam tanto a negativos quanto a positivos resultados do ponto de vista dos bens públicos (Idem).

1.1.1 O modelo de Reis

Iniciemos por Fábio Wanderley Reis. A expressão por ele cunhada, “cálculo contextualizado de interesses”, é límpida quanto sua intenção de sintetizar ambas as premissas citadas acima. A dimensão do comportamento orientado de acordo com imperativos morais e a dimensão estratégica das interações interessadas são representadas por ele segundo a díade “solidariedade e interesse”. Esta também possui importante papel em seu trabalho, como veremos na breve apresentação de seu texto fundamental.

Iremos brevemente sintetizar, nos próximos parágrafos, o argumento de Reis presente no texto “Solidariedade, Interesses e Desenvolvimento Político” (REIS. 2000b).

No modelo de Reis, “interesse” é simplesmente fim ou objetivo próprio, quer se trate de atores individuais ou coletivos. Em contraposição, “solidariedade” refere-se ao compartilhamento de objetivos ou interesses. Ele propõe estabelecer uma relação entre as duas categorias que é paradoxal segundo a oposição normalmente entre elas: a condição na qual se maximiza o puro confronto de interesses é precisamente aquela em que se vê também maximizado o âmbito da solidariedade. Esse aspecto paradoxal da relação é constitutivo do modelo de “mercado político” proposto por Reis: espaço onde os agentes políticos, como agentes em um mercado, são avessos a considerações estranhas à própria lógica do mercado em que atuam e transacionam, e estão sempre prontos a uma barganha que lhes permita maximizar a realização de seus objetivos políticos.

Ele [o modelo] supõe que, na coletividade cuja dinâmica política se trata de representar, tenha sido resolvido o problema constitucional, isto é, que haja a adesão generalizada às regras do jogo e a vigência efetiva delas. O pleno funcionamento do “mercado político”, como Max Weber mostrou ocorrer com o mercado econômico convencional, implica a existência de comunidade entre os atores envolvidos, expressa no sentimento de constituírem um todo e na competição de todos contra todos, sem exclusões a priori alheias à lógica do jogo de interesses.
(Idem: 140)

O processo de instauração e permanente expansão do “mercado político” será chamado por Reis de “desenvolvimento político”. Tal processo supõe ou envolve a crescente expansão e fortalecimento da solidariedade de base territorial como condição para a eliminação de barreiras ao livre jogo de interesses, derivadas de outros focos de solidariedade e antagonismo, como bem exemplificam contextos de clivagens políticas de ordem ideológica e conflitos armados entre regiões de um mesmo país. A eliminação dos obstáculos à vigência da solidariedade territorial é vista como desafio a ser enfrentado ao longo de um processo no qual o “mercado político” se ampliará sucessivamente, sendo possível, em princípio, determinar o quanto uma dada coletividade terá avançado no processo pela medida em que tenha tido êxito em eliminar tais obstáculos.

O processo de eliminação de barreiras e a conseqüente ampliação da solidariedade territorial têm, naturalmente, importantes implicações de ordem institucional, pois tal

processo não é algo que se desenvolve no mero plano da subjetividade dos atores envolvidos. O compartilhamento de interesses ou objetivos que tal solidariedade implica se dá concomitantemente com a emergência de formas de regulação capazes de prover um princípio ou critério de igualdade que o torne possível tal compartilhamento. A solidariedade territorial não é possível senão em nível tosco enquanto não se façam presentes agências capazes de prover o foco em torno do qual se defina pelo menos a *cidadania*, que Reis sugere ser a existência de *uma norma* comum a todos e a existência de agências capazes de colocá-las em prática. Assim, a instauração da solidariedade territorial necessariamente envolve o processo de *institucionalização política*.

Dois problemas estão envolvidos no processo de institucionalização política, e devem ser resolvidos para tanto. O primeiro refere-se à efetividade da presença da aparelhagem governamental, à instauração de um aparato que se possa constituir em foco efetivo de decisões relevantes para toda a coletividade. A isto corresponde a *institucionalização do poder*. Esse problema tem a ver com problemas ligados a integração territorial, relativos ao grau de desenvolvimento da estrutura de comunicação e à intensificação das transações de natureza econômica no interior de uma coletividade dada. Também se faz necessária a presença, junto à generalidade dos membros potenciais da coletividade, dos instrumentos organizacionais e os símbolos de toda ordem em torno dos quais se configura o projeto coletivo ou nos quais se funda a pretensão de determinada aparelhagem governamental de vir a constituir-se em fonte de decisões que se tornem efetivas em todo o âmbito de determinado território. O segundo problema que a idéia de institucionalização política encerra, tem a ver com o tema da legitimidade ou com o grau em que o aparato recém-mencionado é objeto de aceitação mais ou menos consensual pela população ou percebido como estando em correspondência com regras estabelecidas para o exercício do poder. A isto corresponde a *institucionalização da autoridade*. O segundo tipo de barreira refere-se à existência e à vigência de focos particulares de solidariedade que compitam com a própria organização de base territorial. A resolução dessa barreira é colocada em termos da superação dos obstáculos à “participação” ou “igualdade”.

Após discorrer sobre os dois tipos gerais de dimensões constitutivas da solidariedade territorial, a saber, a constituição do poder e a constituição da autoridade, Reis irá sugerir um tipologia de acordo com a distinção de três grandes estádios no processo de desenvolvimento

político. Os três grandes estádios são os da “política pré-ideológica”, “política ideológica” e “política pós-ideológica”.

Na fase da “política pré-ideológica” assumem relevância os problemas relacionados com a institucionalização do poder, momento ainda no qual o “mercado político” existe precariamente baseado em relações de tipo clientelístico. Na fase posterior, o da “política ideológica”, há uma estrutura na qual se preservam marcadas desigualdades, e o processo de mobilização social e integração territorial é levado a um ponto avançado do qual deriva a preponderância que passam a assumir laços de natureza universal, relativos, sobretudo, às posições de classe na determinação dos focos de solidariedade relevantes no processo político, diferente da prevalência de laços pessoais e particularistas da fase anterior. Nesta fase inaugura-se a política dos partidos ideológicos, que tem implicações relativamente complexas para as concepções do “mercado político”, representando, por um lado, a expansão dele com relação ao estádio anterior, e o limita, por outro lado, de maneira importante. Finalmente, a “política pós-ideológica” corresponde à vigência do que designamos antes pela expressão “solidariedade territorial plena”, envolvendo o cumprimento cabal do processo de mobilização territorial e a ausência de focos internos de solidariedade capazes de competir com a própria sociedade pela lealdade dos atores, com a igualdade e a “intercambialidade” destas elevadas ao grau máximo (REIS. 2000b).

Brevemente, o modelo de Fábio Wanderley Reis pode ser resumido da seguinte forma:

Segundo Mancur L. Olson Jr. (1971), agentes racionais, em grupos latentes, produzirão unicamente bens privados na ausência de incentivos seletivos à coordenação necessária à produção de bens públicos. Quanto à coordenação necessária à solidariedade territorial plena, ela é efetivamente alcançada, segundo Reis:

[...] na realização da ‘função política’ em qualquer sociedade dada, isto é, envolve a questão de equacionar os problemas que derivam da ‘contigüidade’ ou da ocupação em comum de determinado território, colocando-se em termos de se assegurar adequada ‘cooperação social-territorial’ e de tornar-se viável a coexistência não-beligerante ou violenta de interesses diversos e de núcleos solidários particulares, por meio da instauração de alguma forma de solidariedade mais ampla, de base territorial (REIS. 2000b: 130).

Reis integra a dimensão normativa aos modelos da *public choice* para compreender como a coordenação necessária à ação coletiva é assegurada:

O caso em que o indivíduo age em função de uma norma interior que lhe prescreve o interesse coletivo corresponde, em terminologia weberiana, à ação comunal, fundada em sentimentos de solidariedade. E a introdução da idéia de solidariedade e da ação nela fundada é que altera os termos do problema discutido por Olson, permitindo situar fenômenos que a escrita perspectiva de interesses individuais tende a obscurecer (Idem: 128-9).

1.1.2 O modelo de Ostrom

Para Elinor Ostrom, a teoria da ação coletiva é central na ciência política, pois problemas de ação coletiva permeiam o estudo de política comparada em todos os níveis, desde a coordenação entre vizinhos de um bairro a regimes internacionais (OSTROM. 2007: 186-87). Em todos os casos de estudo, o problema da ação coletiva permanece: como participantes orientados por interesses particulares não recairiam em um equilíbrio inferior? Para a autora, o sucesso de um modelo segundo a perspectiva da abordagem da escolha racional é largamente dependente de seu poder de modelar a *estrutura* de uma situação que envolve os agentes. Deve-se procurar juntar aos modelos formais da teoria dos jogos às variáveis estruturais já identificadas pela pesquisa empírica, assim como a maneira pela qual elas interagem entre si (Idem).

Para Ostrom (Idem), dilemas sociais ocorrem sempre que os indivíduos em situações interdependentes optam por agir pela maximização de benefícios materiais para si em curto-prazo, e assim produzem resultados inferiores quando comparados a alternativas de ação igualmente viáveis. A razão para tais situações serem dilemas é que mesmo existindo pelo menos um resultado de maiores retornos para todos os participantes, ações para as quais não é predito o alcance desse resultado melhor são tomadas. Já que o resultado inferior é um equilíbrio, ninguém é motivado a alterar seu próprio comportamento, dado que todos predizem o comportamento de todos os outros. Dilemas sociais podem ser entendidos como um jogo onde o equilíbrio de Nash para uma única interação entre os participantes produz menos do que o resultado socialmente ótimo. Um resultado melhor poderia ser alcançado se

os participantes cooperassem na escolha de ações outras do que as prescritas pelo conceito de equilíbrio de Nash.

Brevemente, o modelo de Elinor Ostrom pode ser resumido da seguinte forma:

Segundo Mancur L. Olson Jr., agentes racionais, em grupos latentes, produzirão somente bens privados na ausência de incentivos seletivos à coordenação necessária à produção de bens públicos. Entretanto, empiricamente constata-se a produção de bem público.

Ostrom (1998) propõe elementos para uma segunda geração de modelos de racionalidade que possuam as noções de reciprocidade, reputação e confiança como núcleo:

- **Reciprocidade:** É uma norma básica em todas as sociedades. Todas as normas de reciprocidade compartilham ingredientes comuns: indivíduos tendem a reagir a ações positivas com respostas positivas e a ações negativas com respostas negativas.
- **Reputação:** Adquire-se reputação ao manter promessas e executar ações com custos em curto prazo, mas com redes de benefícios em longo prazo.
- **Confiança:** É a expectativa de uma pessoa sobre as ações dos outros que afeta sua primeira escolha, quando uma ação deve ser tomada antes que a ação do outro seja conhecida. Indivíduos racionais portadores de informação limitada entram em situações com uma inicial probabilidade baseada em sua própria experiência passada.

Os níveis de cooperação e a rede de benefícios são dependentes das ligações entre a confiança que os indivíduos têm sobre outros, os investimento que fazem em uma reputação, e a probabilidade de que os participantes vão utilizar as normas de reciprocidade (Figura 1). Quando muitos indivíduos usam a reciprocidade, há um incentivo para adquirir a reputação de manter promessas e executar ações com custos em curto prazo. Assim, indivíduos confiáveis que confiam em outros com uma reputação de serem confiáveis (e tentam evitar aqueles que têm a reputação de ser pouco confiáveis) podem se envolver em trocas sociais mutuamente produtivas, desde que eles possam limitar suas interações àqueles com reputação de manter promessas. Por outro lado, a falta de confiança, reciprocidade e reputação gera uma cascata de efeitos negativos sobre cooperação.

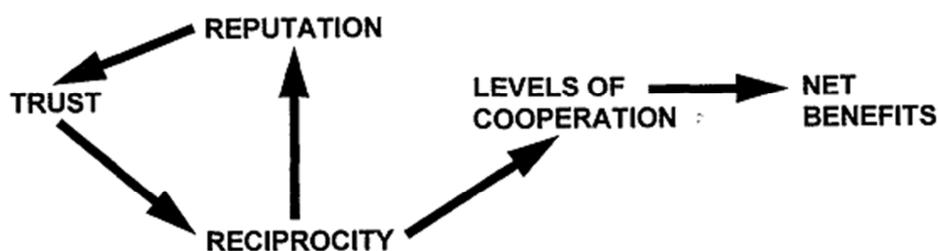


Figura 1 – O núcleo das relações (Fonte: OSTROM. 1998:13)

Este núcleo de relações é afetado por variáveis estruturais bem como pelas experiências passadas dos participantes (Figura 2). Ostrom cita um conjunto de variáveis estruturais que são mencionadas com maior frequência pela literatura do tema, é não um exaustivo conjunto de todas variáveis que afetam a ação coletiva. São elas: tamanho dos grupos; comunicação face a face; custos de entrar em acordo (tempo, dinheiro, esforço, etc.); simetria dos interesses e recursos; informação sobre ações passadas; compartilhamento de normas; horizonte de tempo de interesse no bem-público; função de produção do bem-público. Ao tentar teorizar sobre a relação entre esses dois níveis de análise, a saber, o que versa sobre o papel das escolhas individuais e o dos constrangimentos estruturais sobre os comportamentos individuais, a autora espera superar um debate persistente e fútil:

[...] behavior in social dilemmas is affected by many structural variables, including size of group, heterogeneity of participants, their dependence on the benefits received, their discount rates, the type and predictability of transformation processes involved, the nesting of organizational levels, monitoring techniques, and the information available to participants. In theories that predict either zero or 100% cooperation in one-shot or finitely repeated dilemmas, structural variables do not affect levels of cooperation at all. A coherent explanation of the relationship among structural variables and the likelihood of individuals solving social dilemmas depends on developing a behavioral theory of rational choice. This will allow scholars who stress structural explanations of human behavior and those who stress individual choice to find common ground, rather than continue the futile debate over whether structural variables or individual attributes are the most important.
(Idem. 1998: 2-3)

Para que um cenário teórico seja útil em prever a probabilidade com que os participantes de um dilema social podem superá-lo, deve-se investigar como variáveis exógenas combinam-se e afetam variáveis endógenas, e como estas influenciam as relações entre confiança, reputação e reciprocidade (Figura 2). Tal modelo é bastante sensível a mudanças nestas variáveis, isto significa que uma pequena alteração em alguma delas pode levar a uma cascata de mudanças em todas as outras. Torna-se difícil fazer suposições sobre implicação de mudanças de muitas variáveis ao mesmo tempo sobre os níveis de cooperação do modelo. Apesar da dificuldade de compreender um modelo onde várias variáveis são alteradas simultaneamente, é possível, no entanto, produzir progressivamente coerentes e cumulativos cenários teóricos que começam com modelos base relativamente simples. Deve-se, então, iniciar pela exploração sistemática do que acontece quando uma única variável é alterada sobre os resultados de cooperação.

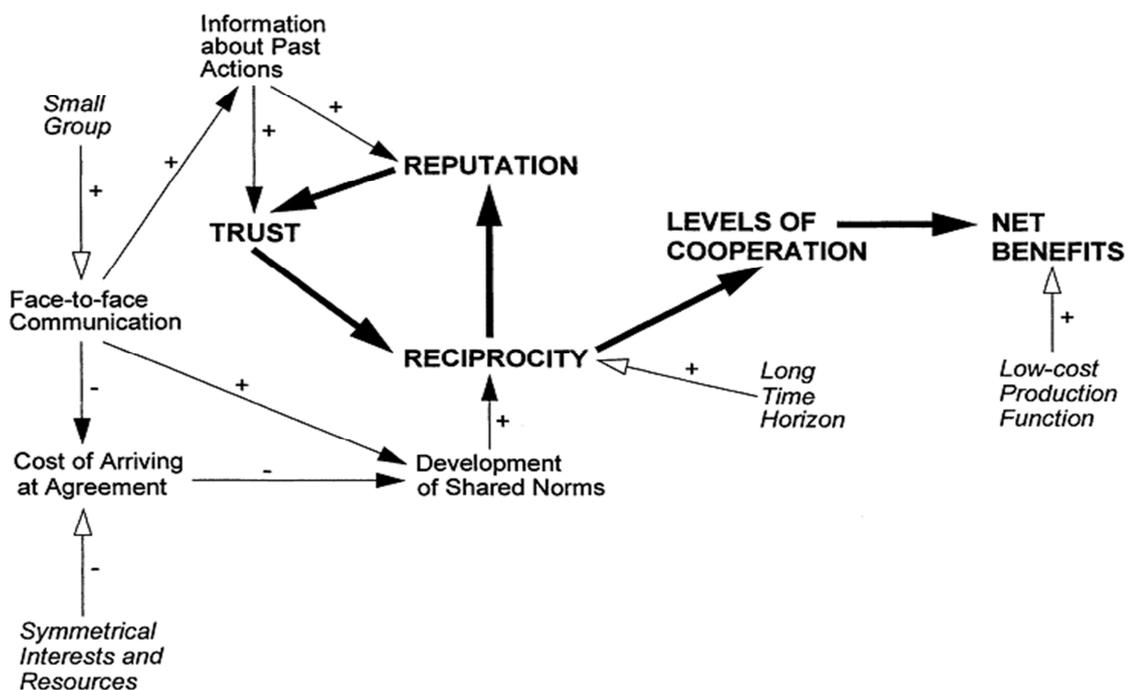


Figura 2 – Um simples cenário: o núcleo das relações e variáveis estruturais⁴ (Fonte: Idem:15)

⁴ No *framework* da figura 2, as setas brancas indicam as variáveis que no modelo foram consideradas como variáveis independentes. Ostrom as consideram como variáveis exógenas ao modelo. As variáveis com setas pretas, por sua vez, sofrem influência e são consideradas como variáveis endógenas. E ambos os grupos de variáveis influenciam o conjunto central de relações. Os sinais de '+' e '-' indicam como a variação positiva ou o aumento de uma variável impacta na outra. Por exemplo, quanto menores grupos, '+' (maior) a comunicação face-a-face, ou quanto menor a assimetria de interesses e recursos, '-' (menores) os custos de alcançar acordos.

1.2 Uma proposta para integrar diversidade à teoria dos jogos

O aporte teórico fornecido por Reis e Ostrom nos ajuda a pensar como deve ser um modelo pautado em racionalidade que permita aos agentes a cooperação. O caminho para se pensar isso é gerando hipóteses baseadas na combinação de variáveis estruturais e variáveis individuais de conteúdo valorativo e normativo, ao exemplo de confiança, reputação e reciprocidade, e que permitam experimentar como a interação entre ambos os tipos de variáveis aumentam ou diminuem a possibilidade de cooperação e benefícios mútuos. No entanto, segundo a própria autora, não é possível ligar todas as variáveis acima em um único e definitivo modelo causal, dada a grande quantidade de variáveis, a simultaneidade de ocorrência e a interdependência de umas com as outras.

Tais autores não nos fornecem metodologia que nos permitam controlar uma maior quantidade de variáveis de forma simultânea. Para este propósito e na próxima seção, serão apresentados em detalhes os modelos baseados em agentes (MBAs). Após, o modelo baseado em agentes de Jenna Bednar e Scott E. Page (2007) será usado como exemplo de uso que permite expandir a capacidade de lidar com problemas típicos das abordagens centradas na noção de escolha racional e da teoria dos jogos no trato das questões teóricas envolvidas na discussão sobre produção dos bens públicos.

1.2.1 Modelos Baseados em Agentes

Segundo Robert Axelrod (2003), os MBAs como metodologia de pesquisa são uma nova via que contrasta com os dois tradicionais padrões metodológicos conhecidos como indução e dedução. Como a dedução, eles começam com um conjunto de suposições explícitas. Mas, diferente da dedução, eles não provam teoremas, e, sim, geram dados que podem ser analisados quantitativamente e qualitativamente por indução. Diferente da indução, entretanto, os dados simulados provêm de um rigoroso e específico conjunto de regras, mais do que de medidas diretas do mundo real. Enquanto a indução pode ser usada para encontrar padrões em dados, e a dedução pode ser usada para encontrar consequências de suposições, modelos de simulação podem ser usados como uma intuição de apoio sobre as implicações de uma teoria. A idéia não é construir uma replicação do mundo real, mas sim constituir um recurso de valor heurístico para apreensão intelectual do mundo. Assim, não necessariamente

modelos de simulação pretendem prover uma representação acurada de uma aplicação empírica particular. O objetivo é antes enriquecer nossa compreensão de processos fundamentais que podem aparecer em variedade de aplicações.

De acordo com Joshua Epstein (1999), ao se fazer a opção por modelos baseados em agentes, surge a questão de quais são os ganhos de usá-los ao invés de modelos baseados em equações numéricas, já de uso canônico em diversos campos científicos. Por exemplo, se conseguirmos gerar uma determinada curva sobre um plano cartesiano tanto através de um MBA quando pelo do uso uma equação diferencial ordinária, por que precisaríamos de um MBA? Para responder a esta questão, imaginemos poder formular e resolver uma equação ou um sistema de equações sobre a trajetória de crescimento de uma população. O gráfico gerado para a equação $P(t) = A + B \sin(Ct)$, para A , B e C constantes, é o seguinte:

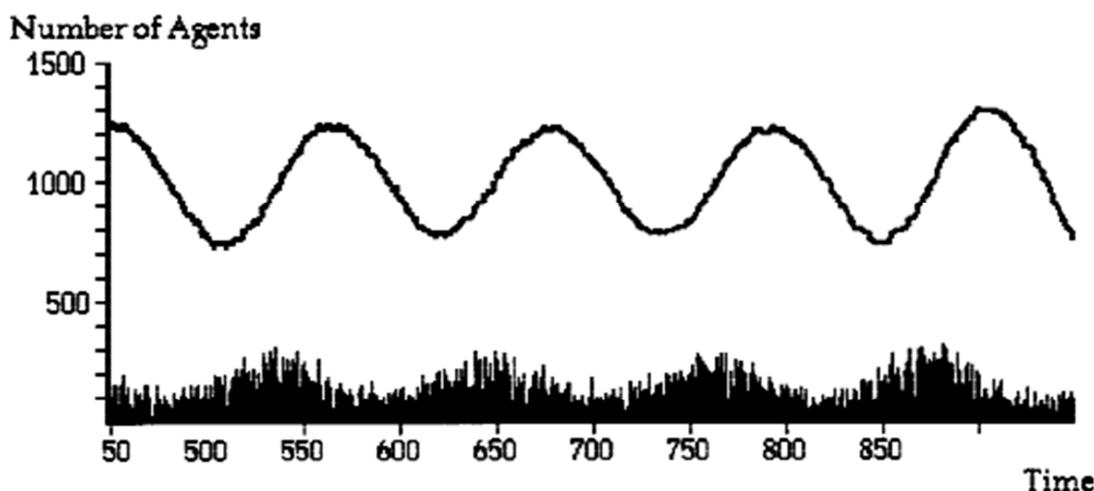


Gráfico 1 – Oscilação de uma população de agentes em uma série temporal
(Fonte: AXTELL, EPSTEIN. 1996:161)⁵

Se tivermos interessados em saber se interações entre agentes heterogêneos e autônomos espacialmente descentralizados podem gerar a regularidade macroscópica do gráfico acima, a fórmula apresentada é desprovida de poder explanatório para a questão, a despeito de sua acurácia descritiva. A escolha entre modelos baseados em agentes e modelos baseados em equações sempre depende dos objetivos da análise. Se tivermos clareza sobre nossos objetivos, ou critério de explicação, nenhuma confusão surge. Os dois tipos de

⁵ Os pontos negros verticais junto ao eixo do tempo representam os nascimentos.

modelos não são sempre exclusivos. Pode ser que haja modelos híbridos nos quais macrodinâmicas são bem descritas por modelos numéricos, mas que sejam também gerados de baixo para cima (*bottom-up*) em um modelo de agentes heterogêneos e autônomos.

Epstein considera que a abordagem de agentes possui utilidade para analisar sistemas sociais fora-de-equilíbrio. Para muitos sistemas sociais, é impossível provar teoremas sobre equilíbrio assintótico, isto é, para grandes números. Em outras palavras, iniciando-se a partir de condições arbitrárias, alcança-se a estabilidade de sistemas sociais somente após períodos de tempo muito longos. Frequentemente o tempo requerido analiticamente para o sistema alcançar, ou aproximar-se, de tais equilíbrios pode ser astronômico. Assim o interesse recai sobre o período transitório, isto é, a dinâmica do sistema enquanto fora do equilíbrio ou enquanto não se alcança um quase improvável equilíbrio. Uma abordagem poderosa é combinar soluções analíticas sobre equilíbrios assintóticos com modelos computacionais de agentes para analisar: i) longos períodos vividos por comportamentos de transição, ii) a metaestabilidade (quase-estabilidade) do comportamento de certos atores iii) e a ergodicidade quebrada ou violada⁶ (quando o sistema permanece preso em um estado e, assim, impedido de atingir outros possíveis) de sistemas sociais. Como um exemplo, no MBA de Axtell, Epstein e Young (2000), desenvolvido para estudar a transição entre um regime no qual conflitantes normas de distribuição de propriedade permanecem em constante disputa a outro no qual há uma norma de distribuição igual da propriedade, verifica-se que o tempo de transição cresce exponencialmente com o aumento do número de agentes (Gráfico 2).

O uso da abordagem baseada em agentes força-nos a interpretar a sociedade como um dispositivo computacional, e analisar as interações e resultados de acordo com esta perspectiva imediatamente leva-nos a lidar com questões inerentes ao campo das ciências computacionais, principalmente os “fantasmas” fundacionais de intratabilidade computacional e indecidibilidade⁷. Muito da literatura de complexidade nas ciências sociais e economia lida com a limitada capacidade computacional de agentes racionais em escolher estratégias ótimas. Isto pode sugerir que indivíduos insuficientemente racionais estão condenados a produzirem

⁶ “Dynamical systems which are formally ergodic but which possess subregions of the state space that confine the system with high probability over a long time scale are said to display broken ergodicity with respect to that time scale.”(AXTELL, EPSTEIN, YOUNG. 2000:10)

⁷ “One limitation stems from the possibility that the agent’s problem is in fact undecidable, so that no computational procedure exists which for all inputs will give her the needed answer in finite time. A second limitation is posed by computational complexity in that even if her problem is decidable, the computational cost of solving it may in many situations be so large as to overwhelm any possible gains from the optimal choice of action.”(ALBIN, FOLEY. 1990:46)

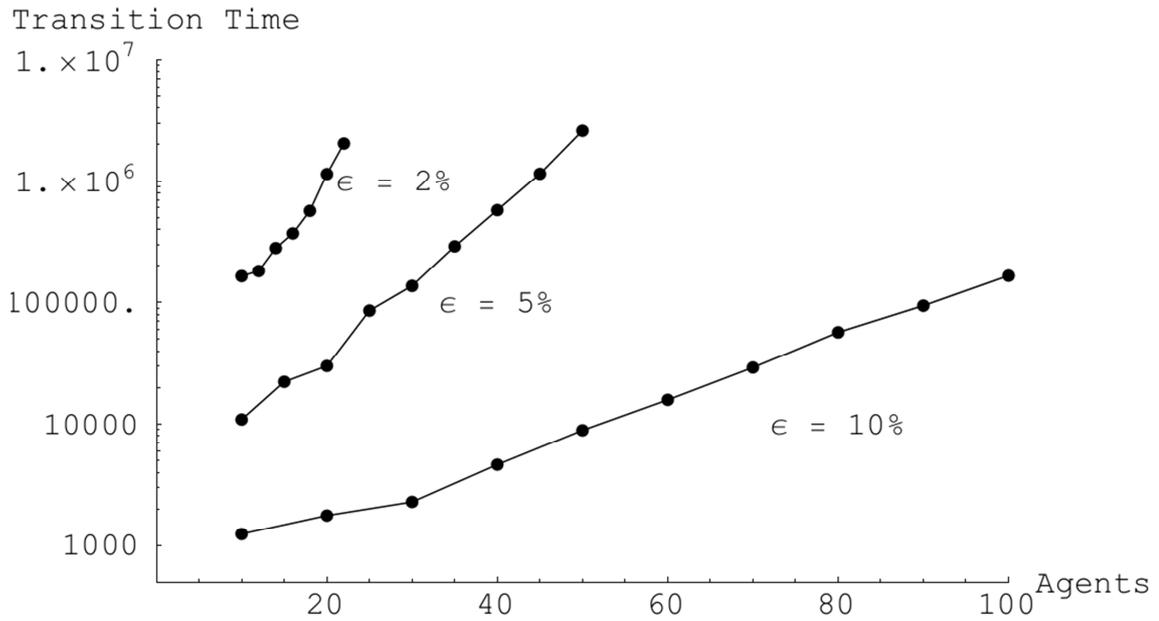


Gráfico 2 - Tempo de transição entre regimes como função do número de agentes, m e ϵ .
(Fonte: AXTELL, EPSTEIN, YOUNG. 2000:9)⁸

resultados sub-ótimos ao nível agregado. Sem dúvida que há casos nos quais isso ocorra. Entretanto, um interesse da abordagem de agentes é com a efetiva computabilidade de equilíbrios por sociedades, ou sistemas sociais, de agentes racionalmente limitados. O importante é se isso pode ser alcançado – ou gerado, na linguagem mais apta aos MBAs – através de interações descentralizadas entre atores heterogêneos e racionalmente limitados. No entanto, apesar dos limites quanto à capacidade de superação de problema de intratabilidade computacional e indecidibilidade, MBAs continuam ser uma ferramenta poderosa para explorar esta questão central. Em algumas situações, isto pode ser a única ferramenta. (EPSTEIN. 1999)

Epstein aponta outras dificuldades inerentes aos MBAs. Uma primeira seria o fato dos conceitos de solução para os algoritmos dos modelos baseados em agentes serem fracos. Por exemplo, os *clusters* emergidos no monitor gráfico de um modelo não significam que o modelo alcançou uma solução, nem um conjunto de estratégias geradas por um processo estocástico fazem parte de alguma solução geral como em um espaço de resultados produzidos por uma função bem definida. Outra dificuldade é que o campo é desprovido de modelos padrões para comparação e replicação de resultados.

⁸ O gráfico será em função do tamanho da população, extensão da memória m interações passadas, no caso $m = 10$, e diversas probabilidades ϵ de aleatorizar suas tomadas de decisão, respectivamente ϵ vale 2, 5 e 10%.

Além destas, há outras dificuldades igualmente importantes com relação às terminologias adotadas no campo dos MBAs e da ciência da complexidade. Focando-se neste último tópico, algumas considerações sobre o conceito ou noção de “emergência”, de amplo uso na literatura. Segundo o Epstein, “fenômeno emergente” são simplesmente “um estável padrão macroscópico que surge de agentes interagindo localmente” e muitos outros autores definem o termo com a mesma simplicidade. Porém quando revisitamos a história do termo, ele ressurge longe de ser simples. Começa com o clássico emergentismo britânico da década de 1920, pelas obras de Samuel Alexander, C. D. Broad e C. Lloyd Morgan. Essa corrente histórica de pensamento reivindicou inexplicabilidade absoluta para os fenômenos emergentes. Na opinião do autor, trata-se de uma inequívoca e anticientífica postura, e, de certa forma, divina. Na visão desses pensadores, os fenômenos emergentes são inexplicáveis em princípio. “The existence of emergent qualities... admits no explanation” (Idem: 53), escreveu Alexander em 1920. Nas palavras do filósofo Terence Horgan, “emergent phenomena were to be “accepted (na frase marcante de Samuel Alexander) ‘with natural piety’” (Idem: 53).

Contra esta posição, Epstein (Idem) sugere que emergência é sempre relativo a alguma teoria (algum conjunto de fórmulas bem-formadas e regras de inferência) e isto não é em absoluto como a definição clássica. São perguntas legítimas a maneira pela qual indivíduos combinam para formar firmas, cidades, instituições, colônias de formigas, ou dispositivos computacionais. Aliás, excelentes questões. O ponto é que todas as questões colocadas por modeladores e cientistas da complexidade podem ser feitas de maneira mais produtiva sem a imprecisa e possivelmente automistificante terminologia de emergência. De fato, ao tentar gerar estes fenômenos em computadores ou em modelos matemáticos, estamos negando que são inexplicáveis ou indecidíveis, a princípio estamos tentando explicá-los precisamente por descobrir as micro-regras que irão gerá-los. Podemos não ser capazes de explicar como as relações específicas entre as partes implicam nos atributos do todo. Mas, ao contrário dos emergentistas clássicos, não devemos impedir tais explicações. Assim, o autor conclui que se deve definir o conceito de emergência com cuidado ao usá-lo, sempre o distinguindo de outras maneiras às quais o termo é fortemente associado historicamente. O conceito de emergência tem uma história, e os pesquisadores podem decidir se querem ou não fazer parte desta história. Epstein diz que seu uso tem sido muito frouxo, e assim admite que a advertência é dirigida igualmente a ele e a seus colegas. (EPSTEIN. 1999)

Após essa breve apresentação, esperamos que nossa sugestão metodológica não signifique tão somente a incorporação de “instrumentos extravagantes”; ela significa excluir alguns reducionismos (agentes representativos e comportamentos simétricos) e incorporar diversidade (diferentes rendas, aprendizado, memórias, racionalidade limitada, e informação assimétrica) no âmago de uma teoria por via de procedimentos metodológicos que o permitam. Isto não é uma tarefa fácil. Como será apresentada, a incorporação de diversidade requer significantes mudanças em modelos teóricos canônicos (RUIZ. 2003).

1.2.2 Padrões emergentes de comportamento

O artigo *Can Game(s) Theory Explain Culture? The Emergence of Cultural Behavior within Multiple Games* (PAGE, BEDNAR. 2007) apresenta um modelo baseado em agentes desenvolvido para simular a emergência de padrões de comportamentos passíveis de serem interpretados como culturais através do aparato da teoria dos jogos. Para conseguir simular a emergência de diversidade cultural, os autores irão propor expandir o que chamam de tradicional teoria dos jogos, definida pelo uso de modelos de um único jogo, em direção a modelos com diferentes jogos simultaneamente jogados pelos mesmos agentes. Dessa forma, nesse *framework* as estratégias escolhidas dependem de todos os jogos que serão jogados simultaneamente e a escolha por estratégias mais ou menos sofisticadas dependerá da quantidade, tipos e a frequência dos jogos de cada *ensemble* (conjuntos de jogos). Esta estrutura de jogos irá auxiliar no entendimento do processo de desenvolvimento da diversidade de estratégias comportamentais que influenciam o desempenho de quase todas as instituições humanas (Idem).

No modelo desenvolvido, os agentes irão desenvolver estratégias separadas em cada um dos jogos. Mas, como jogam jogos simultâneos, podem utilizar de estratégias semelhantes para distintos jogos para diminuir os custos cognitivos. Assim, quanto mais sofisticadas forem as estratégias dos agentes, mais recursos cognitivos serão requeridos pelas estratégias. Isso introduz cálculos entre o desempenho de uma estratégia e seus custos. Nessa abordagem de múltiplos jogos, uma estratégia tomada em um jogo irá depender de todos os outros do *ensemble*. Como consequência, diferentes jogadores poderão desenvolver diferentes estratégias para jogos que são comuns a diferentes *ensembles*. A capacidade de escolher sub-rotinas comuns entre diferentes jogos, através de cálculo entre custos e benefícios, favorece a

emergência de consistência comportamental de um agente em particular e entre agentes, em outras palavras, “rational agents choose (for rational reasons) to act culturally” (Idem: 66). Vale observar que a noção de múltiplos jogos já foi trabalhada anteriormente por George Tsebelis, em *Jogos Ocultos: Escolha Racional no Campo da Política Comparada* (1998). Nesta obra, Tsebelis afirma que a constatação do comportamento sub-ótimo em um jogo, pelo analista, deriva da não observação do ator agindo estrategicamente em uma rede de múltiplas arenas ou jogos, onde o comportamento sub-ótimo em uma arena pode ser parte de uma estratégia ótima mais ampla e sofisticada. O principal ponto que diferencia ambas as abordagens é que na de Tsebelis os agentes se utilizam de uma única estratégia em múltiplos jogos com diferentes ganhos (*payoffs*).

O modelo baseado em agentes construído pelos autores é uma ampliação dos jogos 2 atores de um único jogo presentes na literatura da teoria dos jogos. Eles o expandem para 100 jogadores codificados como autômatos celulares⁹ com até 3 estados cognitivos que podem jogar simultaneamente *ensembles* de até 3 jogos. No modelo, a regra é que cada jogador deva interagir com os jogadores vizinhos em cada jogo (por exemplo, o jogador 3 da linha (coluna) deve jogar a cada um dos agentes 1, 2, 3, 4, 5 da coluna (linha)). A razão de se agrupar os agentes de tal maneira é que padrões de comportamentos surgem inicialmente de interações locais. Normalmente, pessoas interagem com outras que estejam mais próximas, como a família, amigos e associações de tipo comunitárias, e não interagem com populações inteiras e com parceiros escolhidos aleatoriamente. Outra razão é que novos equilíbrios se disseminam através da interação entre subconjuntos de agentes.

Os jogos usados para construir os *ensembles* são jogos da classe de 2 jogadores que possuem incentivos para serem egoístas (S) ou cooperativos (C). Os 6 jogos estão descritos na figura 3. Nos 4 primeiros jogos, o jogador cooperativo C diminui o próprio *payoff* e aumenta o do outro, e sendo egoísta S, o jogador aumenta o próprio *payoff* e diminui o do outro. Então, há uma única pura estratégia (situação na qual o agente toma uma única específica ação)¹⁰ pa-

⁹ “A cellular automaton is a collection of “colored” cells on a grid of specified shape that evolves through a number of discrete time steps according to a set of rules based on the states of neighboring cells. The rules are then applied iteratively for as many time steps as desired. Von Neumann was one of the first people to consider such a model, and incorporated a cellular model into his “universal constructor.” Cellular automata were studied in the early 1950s as a possible model for biological systems.” (WEISSTEIN. 2002:48)

¹⁰ “We say that s is the dominant strategy for agent i if the agent is better off doing s regardless of dominant which strategies the others use. Formally, we say that a pure strategy s_i is dominant for agent i if

$$\forall_{s_{-i}} \forall_{r_i \neq s_i} u_i(s_{-i}, s_i) \geq u_i(s_{-i}, r_i),$$

Prisoner's Dilemma Game (PD)				Alternation Game (AL)			
		Column				Column	
		C	S			C	S
Row	C	(4, 4)	(-2, 6)	Row	C	(2, 2)	(-2, 10)
	S	(6, -2)	(2, 2)		S	(10, -2)	(2, 2)
Knife Edge Game (KE)				Self-interest Game (SI)			
		Column				Column	
		C	S			C	S
Row	C	(4, 4)	(-2, 10)	Row	C	(2, 2)	(0, 6)
	S	(10, -2)	(2, 2)		S	(6, 0)	(4, 4)
Top Right Game (TR)				Bottom Left Game (BL)			
		Column				Column	
		C	S			C	S
Row	C	(2, 4)	(2, 6)	Row	C	(4, 2)	(0, 4)
	S	(4, 0)	(0, 2)		S	(6, 2)	(2, 0)

Figura 3 – Descrição dos jogos (Fonte: BEDNAR, PAGE. 2007:71)

ra ambos os jogadores que é ser S. Os dois últimos jogos há apenas uma única pura estratégia na qual um jogador deve cooperar C e o outro deve ser egoísta S: no TR o espaço direito superior e no BL o espaço inferior esquerdo.

Todas as estratégias possíveis derivam da codificação dos agentes como autômatos celulares de estados finitos. Autômatos com estados finitos são constituídos de três partes: estados mentais M, regras de transição entre estados mentais T, e estados iniciais I. Os estados mentais são numerados e cada um prescreve uma ação, ou ser egoísta ou ser cooperativo. O número de estados de um agente serve como *proxy* de sua capacidade cognitiva – mais sofisticação estratégica está para maior quantidade de estados. Os mapas de transição dizem como o agente deve alterar seu estado mental em reação a ação de outro agente. Por exemplo, o mapa de transição do estado mental 0 pode dizer: ‘vá para o estado 1 se o oponente é egoísta e permaneça em 0 se ele é cooperativo’. Combinações de estados mentais e estados de transição podem ser pensadas como *sub-rótinas cognitivas*. Um estado pode ser escrito como um vetor de 3 posições, por exemplo, (C, 0, 1). Este vetor diz “escolha a ação C, depois vá para 0 se o outro agente jogar C e vá para 1 se o outro oponente escolher S.” Assim, pode-se

where s_{-i} represents the strategies of all agents except i . This idea can be expanded into the iterated dominance solution in which dominated strategies are eliminated iterated dominance in succession.” (VIDAL. 2009:41)

escrever uma estratégia Tit-for-Tat¹¹ como {0, (C, 0, 1), (S, 0, 1)}. O agente começa no estado 0 no qual ele coopera. Ele permanece nesse estado ao menos que o outro jogador seja egoísta S, nesse caso, ele vai para o estado 1, onde ele irá jogar S. Na figura 4, estão relacionadas todas as estratégias possíveis de serem emergidas pelo modelo, com as quais os autores podem testar suas suposições sobre comportamento cultural.

Ainda que os autores façam simulações de até 3 estados cognitivos e *ensembles* de 3 jogos, os resultados para simulações de 2 estados e 2 jogos são suficientes para ilustrar o potencial de resultados diferentes alcançáveis, além de serem de mais fácil interpretação (figura 5). Assim, após baterias de simulações, com 100 rodadas e iniciadas aleatoriamente, com todas as combinações de *ensembles* de 2 jogos, Bednar e Page constataram a emergência das estratégias e resultados apresentados na figura 6, agrupados em três grupos. O primeiro são dos comportamentos que se mantêm fortemente inalterados de um *ensemble* de 1 para um de 2 jogos, o que significa não haver nestes comportamentos influência da mudança. No segundo grupo comportamentos e equilíbrios mudam, porém continuam eficientes. O último se refere à emergência de comportamento sub-ótimo em ao menos um 1 dos jogos do *ensemble*. Segundo os autores, estes resultados correspondem a quatro traços descritos pela extensa literatura empírica sobre comportamento cultural (BEDNAR, PAGE. 2007:69):

<i>Name of strategy</i>	<i>Initial action</i>	<i>Continued play</i>
Tit For Tat	TFT	C
Grim Trigger	GRIM	C
All C	All C	C
All S	All S	S
Switch After C	SAC	C
Alternate	ALT	C
Do The Opposite	DTO	C

Figura 4 – Descrição das estratégias (Fonte: Idem: 73)

¹¹ “By far the most famous reciprocal strategy – tit-for-tat – has been the subject of considerable study from an evolutionary perspective. In simulations, pairs of individuals are sampled from a population, and they then interact with one another repeatedly in a prisoners' dilemma game. Individuals are each modeled as if they had inherited a strategy that included the fixed maxims of always cooperate, always defect, or the reciprocating strategy of tit-for-tat (cooperate first, and then do whatever the others did in the last round).” (OSTROM. 1998:10)

i) consistência interna (os indivíduos se movem de um jogo a outro de forma similar);

ii) consistência comportamental com outros agentes (indivíduos dentro de uma mesma comunidade ao encontrarem os mesmos problemas agem de forma similar uns com os outros);

iii) efeitos contextuais (indivíduos de diferentes comunidades podem reagir diferentemente ao mesmo problema ou fenômeno);

iv) comportamento sub-ótimo (as estratégias empregadas pelos agentes podem alcançar resultados sub-ótimos, ou seja, os indivíduos poderiam se beneficiar mais ao agirem de outra forma. Formalmente, esses comportamentos não são estratégias de equilíbrio em jogos repetidos ou se estão em equilíbrio, não pertencem a um conjunto ótimo de Pareto);

Os dois últimos traços são os mais expressivos e para os objetivos de nossa discussão e iremos nos deter brevemente neles em favor da concisão argumentativa. Os dois primeiros são de importância inegável, porém o resultado de consistência comportamental nesses dois níveis, intra e inter-agentes, são mais intuitivos e não representarão perda para nossa análise.

Ensemble	Behaviors and Equilibria Similar to Single Game Ensembles
SI / TR	(S,S) in SI and (C,S) in TR
SI / BL	(S,S) in SI and (S,C) in BL
TR / BL	(C,S) in TR and (S,C) in BL
KE / SI	85% use an alternating strategy in KE, of this 70% SAC in KE
AL / KE	No (C, C) in KE; approximately 70% SAC and 25%TFT
Ensemble	Efficient Equilibria with Contextual Effects
PD / AL	100% TFT in PD when efficient equilibrium found
PD / KE	35% play (C,C) in both games
PD / SI	100% GRIM when efficient equilibrium found in PD
AL / SI	65% TFT in AL, 35% SAC
Ensemble	Suboptimal Behavior
PD / TR	(S,S) in PD
PD / BL	(S,S) in PD
AL / TR	(S,S) in AL
AL / BL	(S,S) in AL
KE / BL	(S,S) in KE
KE / TR	(S,S) in KE

Figura 5 – Evolução de estratégias em ensembles de dois jogos (Fonte: Idem: 80)

Com relação aos efeitos contextuais, se estão presentes, devemos esperar que diferentes comunidades utilizem diferentes estados mentais e sub-rotinas cognitivas para o mesmo jogo. No modelo, isto ocorre com frequência. Por exemplo, consideremos dois *ensembles* que possuem em comum o jogo KE. Neste, os jogadores ganham o mesmo *payoff* médio quando alternam entre C e S, da mesma forma que o *payoff* que ganhariam se forem ambos cooperativos (C,C). Nas simulações de *ensembles* de um jogo, quando o KE é jogado, raramente o resultado (C,C) surge; somente em 5% das vezes. Entretanto, quando é emparelhado com o PD, o resultado cooperativo emerge em 35% das vezes e quando emparelhado como o AI, o resultado cooperativo nunca emerge em KE.

Para o caso da emergência do comportamento sub-ótimo, temos o exemplo dos jogos TR e BL. Quando são combinados com PD, KE e AL cria-se um ambiente muito complexo para que autômatos de dois estados possam jogar otimamente. Assim, há um domínio de compartilhamento de sub-rotinas em favor de estratégias mais simples. De fato, nenhuma estratégia sofisticada evolui. Por exemplo, agentes jogam (S,S) em PD quando este pertence a um *ensemble* com TR e BL. Pode-se sugerir que jogos com a estrutura de TR e BL, os quais representam uma classe de estruturas sociais, como as de sociedades patriarcais onde o homem sempre possui prevalência sobre a mulher deferente, independente do comportamento dela, se C ou S, ofuscam e estrangulam jogos que permitam cooperação quando emparelhados. Parece que o efeito de se ganhar muito impede o egoísta de abandonar este comportamento em favor de uma norma de cooperação.

Brevemente, o modelo de Jenna Bednar e Scott E. Page pode ser resumido da seguinte forma:

Segundo Mancur L. Olson Jr., agentes racionais, em grupos latentes, produzirão somente bens privados na ausência de incentivos seletivos à coordenação necessária à produção de bens públicos. Quais as condições para que a cooperação necessária em dilemas de ação coletiva seja assegurada?

Segundo Bednar e Page agentes racionais podem aprender a agirem cooperativamente e alcançar um equilíbrio ótimo de Pareto se modificarmos a estrutura da rede de jogos nas quais os agentes estão imersos. Há determinados conjuntos de jogos que possuem frequência e diversidade que podem tanto levar a resultados ótimos, quanto a sub-ótimos. Os autores não constroem um modelo onde valores e normas servem como auxílio à explicação do

comportamento estratégico, mas constroem um no qual padrões de comportamento com características consideradas por eles culturais emergem de interações individuais. O resultado sugere que o comportamento cultural emerge de auto-interesse constrangido por contextos múltiplos.

O impacto sobre a canônica teoria dos jogos foi no sentido de provar suposições sobre comportamento racional em dilemas de ação coletiva que tanto podem apontar não apenas equilíbrios deficientes (onde os agentes possuem como estratégia dominante a ação unilateral) como também para a alternância entre diversas estratégias, não recaindo em pontos de equilíbrios que são, por definição, definitivos. Este ponto, a emergência de cooperação, é o resultado mais expressivo do experimento computacional para nossos objetivos de pesquisa.

O modelo lança luz sobre a relação entre adaptação de comportamentos a instituições e o fenômeno da rigidez ou persistência comportamental (indivíduos podem não imediatamente alterar seus comportamentos a despeito de mudanças em seus incentivos) pelo procedimento de alterar as frequências com que os jogos aparecem nos *ensembles*. Bednar e Page fizeram tal experimentação por meio da comparação de dois *ensembles* de dez jogos. O primeiro contem 5 PD, 1 SI, 2 AL, 1 TR, 1 BL. No segundo trocam 2 PD por 2 SI. No primeiro os agentes evoluem cooperação. Em 70% das rodadas, elas alcançam cooperação em 70% das vezes. Eles falham em cooperar, com menos de 5% (C,C), em apenas 20% das vezes. No segundo *ensemble*, com mais SI games (com estratégia estritamente dominante (S,S) e resultado Pareto Ótimo), os agentes cooperam em 50% das vezes em apenas 3 de 50 rodadas. No geral deixam de cooperar em 60% das vezes. Os efeitos de SI reverberam sobre os *ensembles* e diminuem os ganhos em PD.

É plausível sugerir, então, a proposição de que pessoas ao participarem de um jogo onde a cooperação surge de comportamento estratégico, por exemplo, do tipo Tit-for-Tat, simultaneamente estarão mais dispostas a cooperar em todos os demais jogos do *ensemble*. Diferentes situações estratégicas podem ser classificadas segundo tipos e frequência de jogos. Através de estudos comparativos, há a possibilidade de explicar por que emergem padrões de comportamento com características mais altruísticas ou mais violentas. Sob recortes mais gerais, pode-se pensar igualmente numa forma de ligar a rigidez comportamental e a composição de *ensembles* aos estudos sobre a falha ou sucesso nas transições para sociedades de mercado e democracias, como também a não aceitação por parte das pessoas de regras que são manifestamente ótimas. As implicações se estendem ao tema dos desenhos de

mecanismos (*mechanism design*). Uma reforma de instituições públicas será mais bem sucedida – considerando aqui que normalmente se almeje alcançar bens públicos e bem-estar social – caso se desenhe instituições que permitam incentivos ao comportamento cooperativo que superem os incentivos ao comportamento egoísta, mas do que a mera coerção a este, no limite por via violenta.

Em uma observação final, para os autores, a tendência das pessoas cooperarem e acreditarem umas nas outras, fundamental na eficácia dos mercados, democracias e leis, são formas de comportamento que podem ser explicados tanto por otimização de motivações, constrangimentos cognitivos e incentivos contextuais, como por instituições que as precedem. O compartilhamento de interesses é favorecido ou não por instituições e uma rede de situações cotidianas.

2 COMPLEXIDADE, MODELOS BASEADOS EM AGENTES E CIÊNCIAS SOCIAIS

O objetivo deste capítulo será elucidar como a teoria da complexidade, pelo aparato dos MBAs, ganha em interesse para as ciências sociais através da apresentação de MBAs canônicos ao campo.

Em princípio, estamos envolvidos por contínuos mundos sociais compostos por uma constelação de incomensuráveis elementos, os quais se fazem difíceis de isolar e, definitivamente, difíceis de entender. *Complexos* é a designação dada a esses mundos. São sistemas nos quais a interdependência de todos os elementos torna-se tal que o comportamento do sistema altera-se para uma extensão em que a contribuição particular de cada um não pode ser distinguida. Sinteticamente, sistemas complexos devem ser pensados através de elementos interagindo em nível micro para criar propriedades globais do sistema, e estas propriedades globais retroalimentam os níveis micro de interação de várias maneiras. Isso produz um estado de coisas no qual as interações se tornam altamente não-lineares e o sistema torna-se difícil de decompor e ser reduzido às partes constituintes. A complexidade é uma propriedade profunda dos sistemas físicos, biológicos e sociais. (MILLER, PAGE. 2007) Complexidade, emergência, adaptação e não-linearidade são idéias chaves que possuem convergência e tratamento conceitual e técnico dentro do campo dos sistemas complexos¹².

Há traços inatos às interações humanas e dos sistemas sociais humanos que produzem complexidade. Agentes sociais encontram-se imersos numa rede de conexões uns com os outros e, e coexistem de variadas formas através de processos adaptativos que podem produzir resultados os mais diversos e não antecipáveis por quaisquer agentes. Como ilustração, imagine por quais processos pessoas em seu dia-a-dia poderiam de maneira intencional, e por isso estratégica, alcançar “a guerra de todos contra todos”, ou “a paz perpétua”? A violência generalizada e a convivência pacífica são resultados que surgem de incontáveis interações intencionais de pessoas imersas em suas vidas cotidianas e isso distingue as interações humana das biológicas e físicas. Diferente de outras entidades tais como átomos e formigas, pessoas tentam prever e reagem às ações e previsões das demais pessoas, sendo todas ações intencionais baseadas em crenças, valores, normas e limitações cognitivas e informacionais. É esse descompasso, ou mesmo abismo, entre “micromotivos e macrocomportamentos”,

¹² Page e Miller (2007) se referem aos sistemas complexos como sistemas *adaptativos* complexos (SACs). Autores que aceitam essa alcunha argumentam que é justamente a propriedade adaptativa da interação ou comportamento entre os elementos componentes de um sistema a responsável pela emergência da complexidade.

segundo a expressão-título da obra de Thomas Schelling, o lugar no qual a perspectiva dos sistemas complexos pode lançar luzes.

Um breve contato com trabalhos no quais MBAs são utilizados já é suficiente para que percebamos sua constante associação com os chamados sistemas complexos. Não por acaso, apreciação da experimentação por modelos baseados em agentes é percebida como auxiliar ao campo científico dos sistemas complexos – isso quando não são tomados como extensões um do outro, algo que possui certa razão. Não por menos, no plano metodológico, a técnica de pesquisa por excelência dos sistemas complexos, são os MBAs. MBAs são capazes de prover modelos que simulam indivíduos que se adaptam ao nível da população e a emergência de padrões estilizados. Isto não implica necessariamente na pretensão de que os modelos de simulação possam prover uma representação acurada de uma aplicação empírica particular e, no limite, a simulação de “mundos”. Como esperamos deixar claro ao longo do capítulo, através da apresentação de alguns modelos canônicos, conceitos utilizados no campo dos sistemas complexos ganham em razoabilidade prática se operacionalizados por MBAs, assim como a interpretação dos resultados gerados pelos MBAs são mais bem entendidos através dos conceitos dos sistemas complexos.

De acordo com Robert Axelrod (2003), o objetivo de MBA é enriquecer nossa compreensão de processos fundamentais que podem aparecer em variedade de fenômenos. Constituem-se em um recurso de valor heurístico para apreensão intelectual do mundo. Ver capítulo 1.2.1, seção “Modelos Baseados em Agentes” para mais informações sobre MBAs.

2.1 MBAs canônicos ao campo das ciências sociais

Nas próximas seções iremos apresentar MBAs canônicos que fornecem elementos que permitam simular dinâmicas sociologicamente interpretáveis. Três modelos canônicos e existentes na literatura são representativos da paisagem de aplicações de interesse às ciências sociais. São eles: o modelo de segregação de Thomas Schelling, o modelo *El Farol* de Brian Arthur e o modelo conhecido como *Sugarscape* de Joshua Epstein e Robert Axtell.

2.1.1 O modelo de Segregação de Thomas Schelling

Para o caso de processos sociais, a Thomas Schelling é creditado o desenvolvimento do primeiro MBA (SCHELLING. 1971,1978). Schelling utiliza-se de autômatos celulares¹³ para estudar padrões de segregação habitacional. A pergunta do autor foi sobre a possibilidade de existir alto nível de segregação habitacional nas cidades americanas ainda que a maioria dos indivíduos sejam, de fato, indiferentes a cor dos indivíduos de sua vizinhança. É uma hipótese que se apresentou como uma alternativa às teorias racistas sobre segregação que vigoravam à época. Não que ela viesse a invalidá-las, mais que isso, permitiu adicionar mais elementos e hipóteses à discussão.

Antes, um fato curioso e didático sobre a construção de primeiro modelo por Schelling que exemplifica bem a essência da técnica. O modelo foi feito primeiramente em um tabuleiro de xadrez sobre a mesa da cozinha da casa de Schelling. As casas do tabuleiro são os locais ou casas dos agentes, e os agentes eram representados por moedas de metais de cores diferentes. E como não poderia ser diferente, Schelling movia manualmente as peças. Essa inovação de Schelling para o campo das ciências sociais, incluso aqui a economia, é instrutiva para a apresentação dos MBAs, pois não deixa permanecer a imagem errônea de que a característica que define os MBAs é o uso de algoritmos codificados em linguagens computacionais operacionalizados por meio de hardwares de computador, ainda que seja uma atividade computacional, tal como jogar xadrez.

Sobre as especificações do modelo, há três simples regras de movimento:

- i) o agente calcula a quantidade de vizinhos com sua mesma cor;
- ii) se o número é igual ou maior do que seu número mínimo de preferência, o agente se satisfaz e não se move;
- iii) caso contrário, o agente procura o próximo lugar desocupado que satisfaz sua preferência e se move para lá.

Resumindo, alguém que não está satisfeito com o número de vizinhos que se assemelham a ele, estará motivado a mover-se para a próxima área vazia que possua suficientes vizinhos do mesma cor.

¹³ Ver capítulo 1, nota de rodapé nº 9.

O espaço no qual os agentes do modelo de Schelling irão se movimentar é chamado de “vizinhança de Moore”, em homenagem a um dos pioneiros do campo dos autômatos celulares, o matemático e cientista computacional Edward Moore. Nesse tipo de grade de células, os autômatos podem movimentar-se por 8 diferentes direções em torno da sua posição. Outro tipo de vizinhança conhecida é a de Neumann, pois Von Neumann utilizava-se dessa vizinhança. Nesta é permitido movimento em 4 direções (figura 6).

.Na figura 7, é apresentado uma representação computacional do modelo de Schelling, onde os pontos azuis e vermelhos representam as pessoas sobre uma área urbana. No quadro 1 os agentes vermelhos e azuis estão distribuídos de maneira pseudoaleatória¹⁴ na grade de células. Nas etapas de 2 a 6 há a evolução dos *clusters* até o momento em que se alcança um

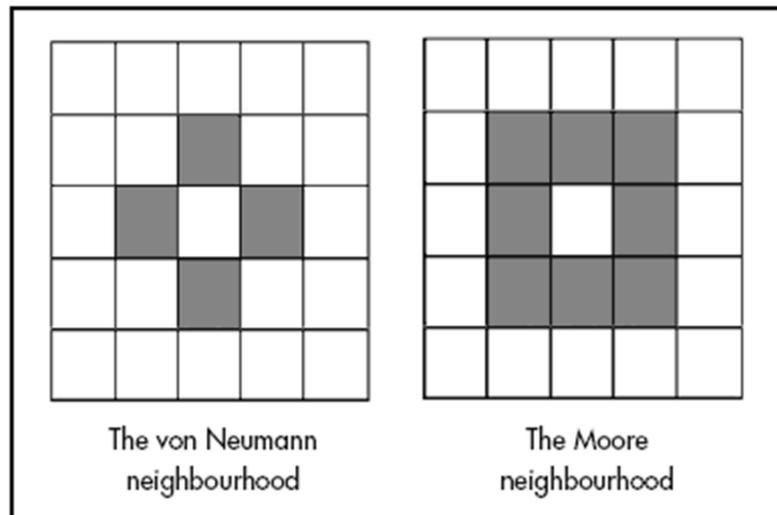


Figura 6 – Vizinhança de Von Neumann e vizinhança de Moore (Fonte desconhecida)

¹⁴ Uma distribuição pseudoaleatória é uma distribuição numérica gerada por um dispositivo computacional ou físico que procura simular uma distribuição com ausência de padrão. Geradores de números pseudoaleatórios são algoritmos que podem automaticamente criar longas séries de números com boas propriedades aleatórias, mas que se repetem eventualmente. A série de valores gerados por tais algoritmos é geralmente determinada por um número fixo chamado *seed* ou *key*. Estes são, frequentemente, a hora real do computador, o chamado *clock*, geralmente medido em milissegundos, algo bem superior à precisão humana. Uma ressalva é que por mais “realista” que seja o resultado de um gerador pseudoaleatório, ele não pode ser considerado como “verdadeiro”, desde que seu *output* é inerentemente predicável. De fato, é completamente determinado por um valor inicial ou *seed*. Como distinguir um “verdadeiro” número aleatório de um *output* de um gerador pseudoaleatório é um difícil problema.

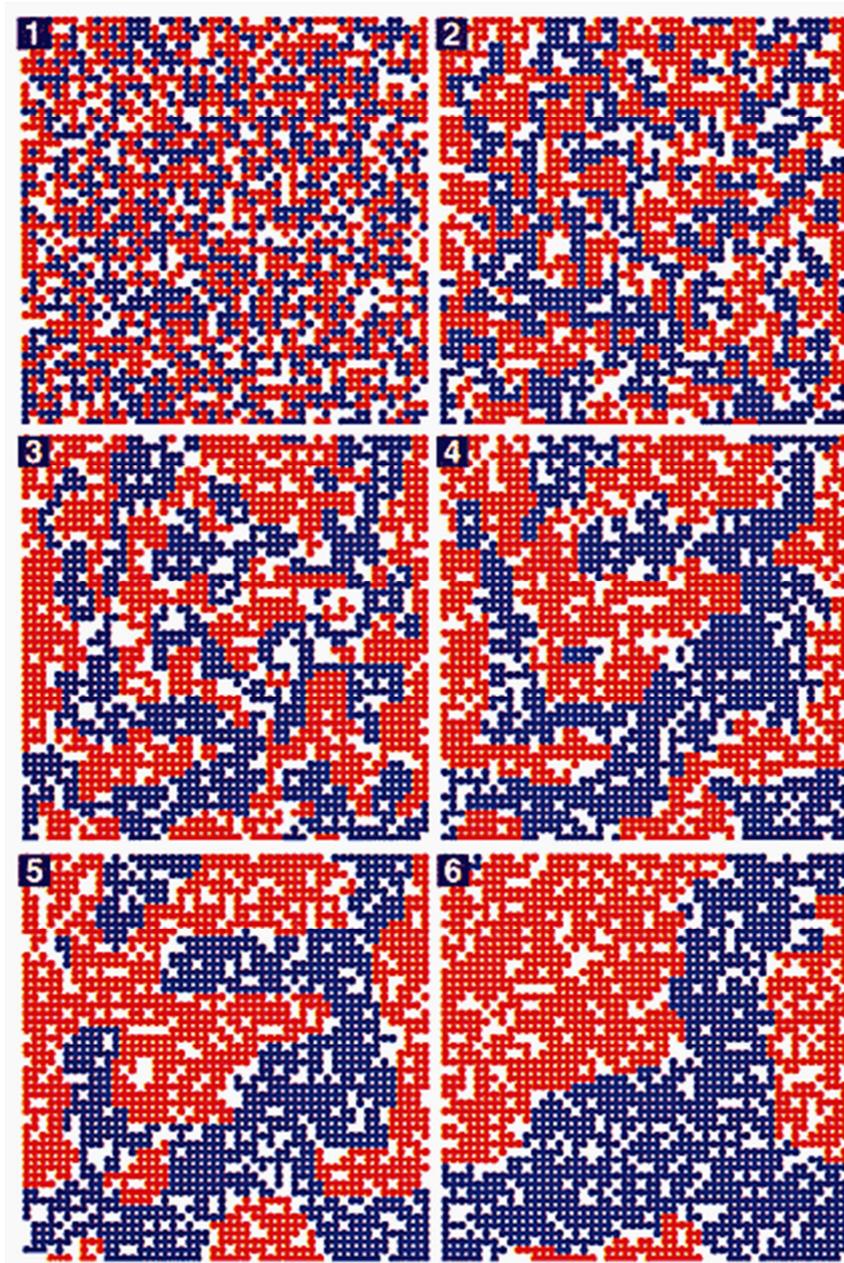


Figura 7 – Evolução típica de um modelo de segregação de Schelling com agentes requerendo ao menos 50 por cento de vizinhos semelhantes (Fonte: AXTELL, EPSTEIN. 1996:169)

estado de equilíbrio no qual nenhum dos agentes precisa mais se movimentar para satisfazer seu objetivo.

O inesperado achado de Schelling foi que mesmo no caso de um agente requerer apenas um pequeno número de vizinhos que são semelhantes a ele, 25% ou 2 dos 8 que o circundam no modelo, o resultado é um padrão de segregação em larga escala (figura 7). O modelo demonstra que guetos podem desenvolver-se espontaneamente pelo comportamento

de agentes que não intencionaram esse padrão habitacional e agiram de maneira apenas alcançar seus objetivos individuais. Schelling apresenta que padrões podem emergir não sendo necessariamente consistentes com os objetivos manifestos dos agentes individuais. Desde Schelling, autômatos celulares são usados para modelar muitos tipos de sistemas sociais, por exemplo: de padrões de assentamento a conflitos internacionais, de mercados financeiros a impactos ambientais, de símbolos de status e moda à adoção de normas sociais e conformismo (MACAL & NORTH. 2007).

2.1.2 O modelo *El Farol* de Brian Arthur

De acordo com Miller e Page (2007), embora menos conhecido do que o modelo de segregação, o chamado *Beach Model*, também de Thomas Schelling, tornou-se o modelo central do que esses autores chamam de *sistemas sociais adaptativos complexos*¹⁵, por colocar um problema que incentivou inúmeros modelos, dentre eles o *El Farol*, desenvolvido por Brian Arthur (1994).

O modelo de Schelling coloca o chamado *Beach problem*: as pessoas devem escolher se vão ou não à praia no sábado. Não há interesse dos agentes em frequentar uma praia que esteja lotada, como também não há interesse em frequentar uma que esteja deserta. Se todos tomam uma mesma específica ação, ou uma “estratégia pura” nos termos da teoria dos jogos, o problema não pode ser superado. Pois, se todos acreditam que a praia permanecerá vazia e, assim, todos forem à praia, ela ficará lotada, e do contrário, se todos acreditarem que a praia estará cheia, ninguém irá e ela permanecerá vazia. Sem entrar em questões se praia é um tipo de bem de uso público ou privado, uma solução óbvia para coordenar o comportamento dos banhistas seria determinar alguns mecanismos institucionais que restrinjam o acesso, ou regulamentem a escassez, como por exemplo, um rodízio com base em alguma característica dos banhistas, ou alguma solução de mercado, como o pagamento de entradas. O problema ganha em destaque e relevância teórica quando, alternativamente, tentamos considerar soluções descentralizadas que emergem de baixo para cima (*botton-up*), mais do que por

¹⁵ Sistemas sociais adaptativos complexos, SSACs, é uma variação da nomenclatura dos SACs para especificar exatamente o domínio dos sistemas sociais, já que esta é ainda muito genérica. Apesar de apresentar a nova nomenclatura, não sugerimos que o leitor deva fazer uma escolha entre sistemas complexos, sistemas adaptativos complexos, ou sistemas sociais adaptativos complexos, pois uma vez versado no campo, intuitivamente o leitor fará a intercambiabilidade entre os termos. Citaremos essas diferentes nomenclaturas por motivos de fornecer maior informação ao leitor e para nos atermos as fontes originais utilizadas no texto.

soluções centralizadas e bem definidas de cima para baixo (*top-down*), nas quais pessoas agiriam de acordo com menos determinísticos procedimentos, sendo selecionados e mantidos a partir de aprendizagem por experiência (PENROSE. 1995).

Para o problema da Praia de Schelling, pela teoria dos jogos, soluções descentralizadas seriam por estratégias mistas de baixo para cima – alguns vão e outros não segundo alguma probabilidade, semelhante a jogar dados que possuem em um dos lados a palavra “praia”. Se definirmos que a lotação ideal seja de 1/10 de uma população, espera-se que cada pessoa lançando um dado de dez lados no qual um deles está escrito a palavra “praia” irá produzir a quantidade ótima de banhistas esperada. O problemático dessa suposição, a despeito da variação esperada em torno da média, digamos de 3 a 5% para cima ou para baixo da lotação da praia, é que nós raramente vemos indivíduos empregando probabilidade ou apostando em suas decisões. Elas antes agem tipicamente baseadas em modelos do mundo e a agregação dessas predições direciona o comportamento sistema. Esses modelos preditivos requerem que os indivíduos façam decisões sobre padrões reconhecíveis que suas percepções formam sobre o mundo. Presumivelmente, as pessoas tendem a prenderem-se a modelos que funcionam melhor, ou seja, que as levam a se comportarem de forma a alcançar resultados superiores. Há uma infinidade de padrões que alguém poderia ver no mundo, e cada um desses padrões seria associado a diversas decisões. Um exemplo é o caso da praia estar cheia no último sábado ou em três dos últimos cinco sábados e uma pessoa esperar que ela esteja vazia na próxima semana, enquanto outra pode acreditar que ela estará, na verdade, lotada nesta mesma semana. Podemos esperar então heterogeneidade de condutas na população. Uns com os outros, os vários modelos irão interagir e formar novos padrões que, através de um processo dinâmico, alimentam os conjuntos de crenças e estratégias dos agentes.

Brian Arthur (1994) aponta duas complicações em lidar com perfeita ou dedutiva racionalidade. A primeira é o visível limite dela em dar conta de situações que demandam mais sofisticação cognitiva, na qual uma boa analogia a ser usada para exemplificar é a distinção entre jogar um jogo da velha, onde se pode facilmente após não muito tempo de treino antecipar todas as jogadas possíveis, e jogar uma partida de xadrez, onde a multiplicidade de estratégias possíveis de ambos os jogadores, embora finita, não é passível de antecipação pela limitação cognitiva das pessoas – até mesmo para um Kasparov¹⁶! A

¹⁶ The number of legal positions in chess is estimated to be between 10^{43} and 10^{47} (a provable upper bound), with a game-tree complexity of approximately 10^{123} . The game-tree complexity of chess was first calculated by Claude Shannon as 10^{120} , a number known as the Shannon number. Typically an average position has thirty to

segunda é que normalmente os agentes não podem antecipar comportamento alheio sob perfeita racionalidade, o que os forçam a fazer conjecturas sobre como os outros irão se comportar. Isto leva os indivíduos ao mundo das crenças subjetivas, e crenças subjetivas sobre crenças subjetivas; assim, objetivas, bem definidas e compartilhadas suposições cessam de serem aplicadas. Por sua vez, o raciocínio dedutivo, que deriva uma conclusão por inferência lógica de premissas, não se aplica nessas situações.

Segundo Arthur, as diversas ciências que lidam com a racionalidade, possuem consciência dessas limitações. A questão aqui é se podemos construir um modelo de racionalidade limitada. Com seu modelo conhecido como *El Farol* há a tentativa de modelar o raciocínio indutivo na resolução de um problema de decisão em ambiente de incerteza. O problema da praia é reformulado como o problema do *El Farol*. (MILLER, PAGE. 2007)

No *El Farol* (a figura 8 é uma ilustração do bar, do ambiente externo e dos agentes nos dois momentos do modelo: com o bar antes e depois da lotação) cada agente possui um individualizado conjunto de predições sobre a lotação do bar. Os agentes irão se a quantidade de pessoas presentes for $\leq 60\%$ e não irão se estiver lotado, acima de 60% ¹⁷. No experimento computacional, aleatoriamente são dadas aos agentes conjuntos de hipóteses e de frequências por semana.

Exemplo:

As frequências recentes do bar podem ser (da esquerda para direita tornam-se mais atuais, sendo que 44 é a frequência mais antiga):

... 44 78 56 15 23 67 84 34 45 76 43 56 22 35

E as hipóteses ou predições particulares podem ser:

Predizer que os números das próximas semanas serão:

forty possible moves, but there may be as few as zero (in the case of checkmate or stalemate) or as many as 218. Disponível em: <[HTTP://en.wikipedia.org/wiki/Chess](http://en.wikipedia.org/wiki/Chess)> Acessado em: 27. mar. 2011.

¹⁷ Para um esclarecimento adicional sobre o nome do modelo, o problema foi inspirado pelo bar *El Farol* em Santa Fé, Novo México, que oferece música irlandesa nas noites de quinta-feira, e por isso costuma ser muito frequentado.

- *A mesma da última semana [35]*
- *67 [67]*
- *Uma média das últimas quatro últimas semanas [39]*
- *A mesma de duas semanas atrás [22]*
- *A mesma de cinco semanas atrás [76]*

O agente decide ir ao bar ou ficar em casa de acordo com as mais certas previsões do seu conjunto. Uma vez que a decisão é feita, cada agente com base na frequência de seus acertos atualiza a exatidão de suas previsões. Neste problema, o conjunto de hipóteses mais críveis e utilizadas (hipóteses ativas) pelos agentes determina a frequência, e a história das frequências determina o conjunto de hipóteses ativas. Não há a preocupação se previsões inúteis e esdrúxulas são dadas aos agentes, pois se elas não funcionarem, simplesmente não serão mais usadas, e se caso positivo, serão mantidas para as próximas previsões.

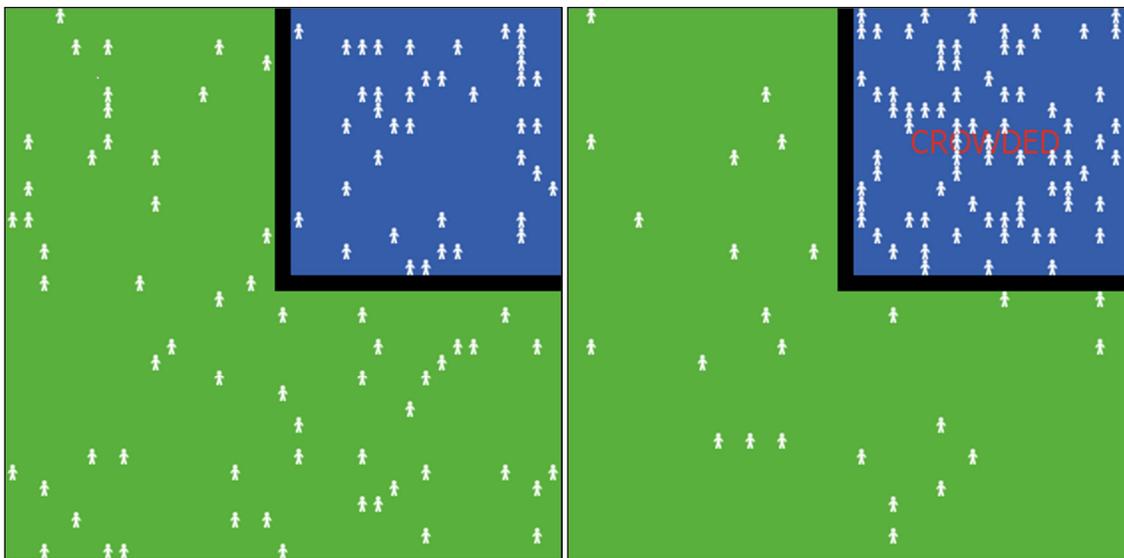


Figura 8 – Representação gráfica do modelo El Farol gerada pelo programa Netlogo¹⁸
(Fonte: Wilensky. 1999)

¹⁸ No lado esquerdo da figura o bar *El farol* (canto azul) não está lotado enquanto que no lado direito da figura está lotado. Percebe-se facilmente que no canto azul há mais agentes.

O sistema de raciocínio indutivo descrito consiste de modelos de crenças ou hipóteses que se adaptam ao cenário que foi criado a partir dessas mesmas hipóteses. Segundo Miller & Page (2007), isso o qualifica como um sistema adaptativo complexo. Após inicial período de aprendizagem, o modelo pode alcançar rapidamente um equilíbrio ou um cenário dominado pela impossibilidade do sistema se assentar em algum equilíbrio em casos de grande quantidade de crenças sobre estados do mundo.

Os gráficos 3, 4 e 5 gerados no programa NetLogo¹⁹, exibem como diferentes níveis de sofisticação, isto é, diferentes quantidades de memórias e estratégias, levam a resultados distintos para o processo de seleção de regras que melhor se adaptam a situações criadas por essas regras mesmas. Nas figuras, o eixo horizontal representa o tempo, normalmente interpretado para o modelo como semanas, e o eixo vertical representa a quantidade de clientes, sendo que a linha vermelha representa da lotação, que para o gráfico será de 60%. As figuras ilustram bem o aumento da oscilação em torno da linha de lotação com o aumento da memória e das hipóteses dos agentes. Primeiro temos um situação de equilíbrio explicada pela demasiada simplicidade dos comportamentos baseados em uma memória e uma hipótese (gráfico 3). Posteriormente, com o aumento da sofisticação das hipóteses e memória há correspondente aumento da oscilação em torno da lotação (gráficos 4 e 5).

Segundo Brian Arthur (1994), tanto economistas e cientistas políticos cada vez mais apontam para as confusões que resultam em lidar com suposições de perfeita e dedutiva racionalidade em decisões que são complicadas e potencialmente mal definidas ou pouco estruturadas. Há clareza de que seres humanos podem aplicar perfeita racionalidade muito modestamente. Frequentemente utilizamos de raciocínio indutivo: criam hipóteses passíveis de funcionarem, agem sobre a mais crível, e as mudam caso não funcionem de imediato ou cessem de funcionar após algum período de sucesso. Regularmente, isso leva a um mundo psicologicamente rico de idéias ou modelos mentais que competem pela sobrevivência com outras idéias ou modelos mentais – esse é um mundo que é evolucionário e complexo.

¹⁹ Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/NetLogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

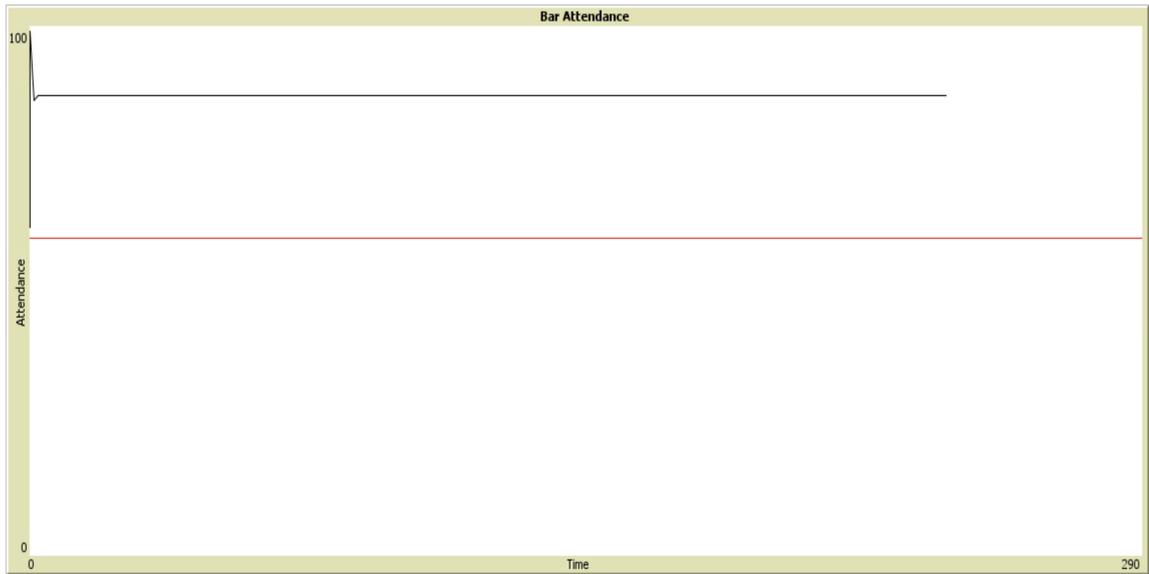


Gráfico 3 - Memória de 1 semana passada, conjunto de 1 hipótese e com o limite de lotação de 60 por cento indicado pela linha vermelha (Fonte: Idem.)

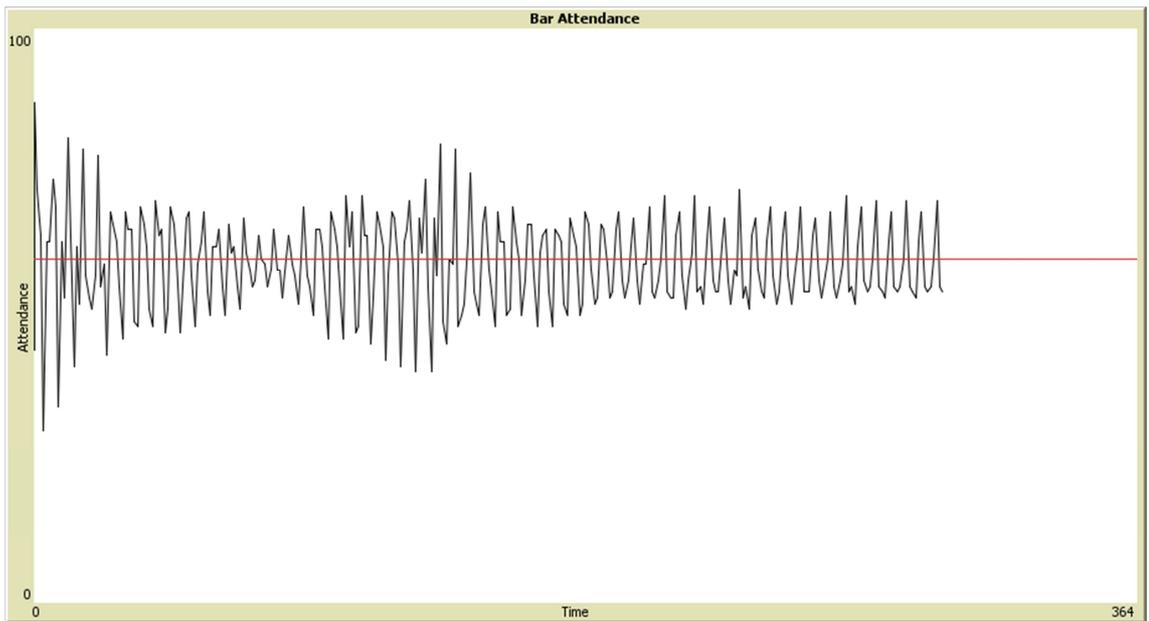


Gráfico 4 - Memória de 4 semanas passadas e um conjunto de 6 hipóteses (Fonte: Idem)

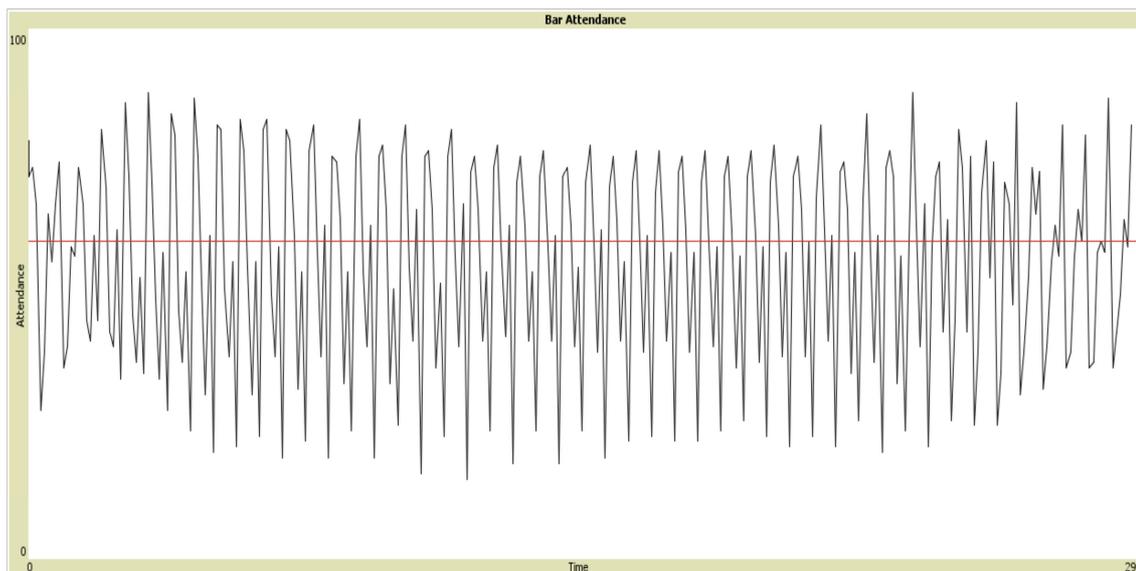


Gráfico 5 - Memória de 8 semanas passadas e um conjunto de 12 hipóteses (Fonte: Idem)

2.1.3 O modelo Sugarscape de Joshua Epstein & Robert Axtell

O modelo Sugarscape de Joshua Epstein e Robert Axtell é um ambiente povoado por autômatos celulares heterogêneos que podem se diferir em uma variedade de características, por exemplo, visão, metabolismo, idade, sexo, fertilidade, traços culturais, imunidade a doenças, etc., distribuídos em um *grid* cartesiano bidimensional, assim como no modelo de Segregação de Schelling. Este *grid* é todo composto de outro tipo de agente chamado de *patches*. Os *patches* podem conter açúcar (*sugar*), o qual permite representar alimentos, valores monetários ou outros bens, e não possuem capacidade de mobilidade, pois representam o ambiente sobre o qual os autômatos realizam suas atividades. Com estas características, o MBA presente em *Growing Artificial Societies: Social Sciences From Bottom up* (1996) se propõe simular a emergência de fatos estilizados discutidos pela teoria econômica e social.

Para maior clareza do modelo, vejamos a figura 9. Os agentes do tipo *patches*, os pequenos quadrados do *grid*, podem conter alguma quantidade discreta de açúcar que varia, digamos, de 0 a 3, sendo que cor branca representa a ausência de açúcar e o amarelo mais escuro representa a quantidade máxima de açúcar ou a quantidade de 3. A cada momento, os *patches* do *grid* ganham uma unidade açúcar até alcançar a quantidade máxima para a região

onde se localizam. Já os agentes do tipo autômatos celulares são alocados inicialmente de maneira aleatória no *grid* (figura 10).

Cada agente deve possuir no mínimo três características: alcance de visão, metabolismo e uma idade. O alcance da visão significa que o agente pode ver até uma certa distância horizontalmente e verticalmente. A cada momento (*ticks*), os agentes irão se mover para o mais próximo *patch* desocupado dentro do alcance de sua visão e então consumir todo o açúcar que exista no *patch*. Caso haja duas ou mais localizações próximas e desocupadas, o agente escolherá a com mais açúcar. E se sua localização atual tem igual ou a maior quantidade de açúcar do que qualquer outro lugar no alcance de sua visão, ele continuará no mesmo lugar. O metabolismo determina a taxa de consumo a cada momento do açúcar colhido pelos agentes. Caso consumam todo o seu açúcar, eles “morrem”. Outra maneira de um agente morrer é por idade. A idade máxima varia aleatoriamente de 60 a 100 momentos. Independente do motivo da morte, por falta de açúcar ou idade, um novo agente será criado aleatoriamente em algum lugar do *grid*. Nessa versão do modelo, a quantidade de população contínua constante.

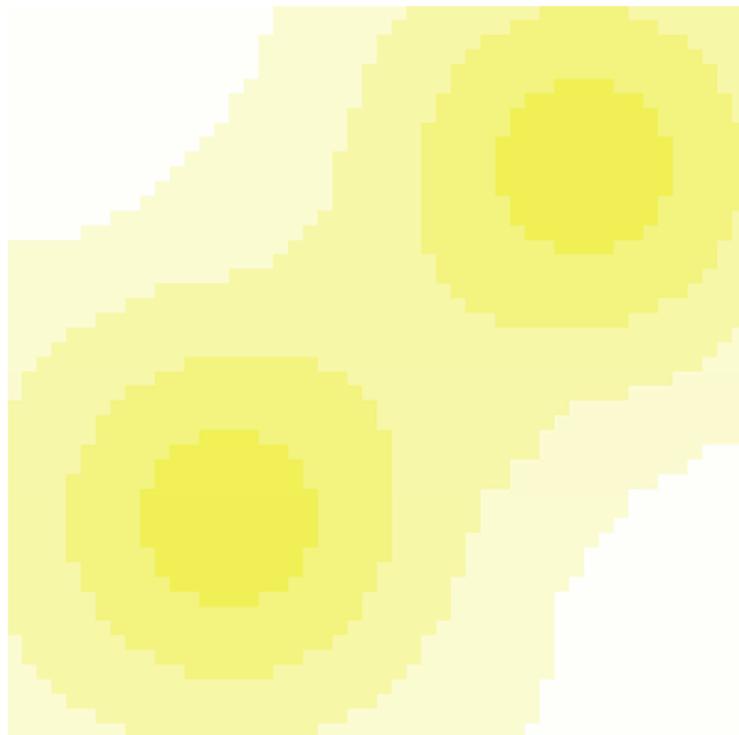


Figura 9 – Agentes do tipo patches e distribuição de açúcar (Fonte: Idem)

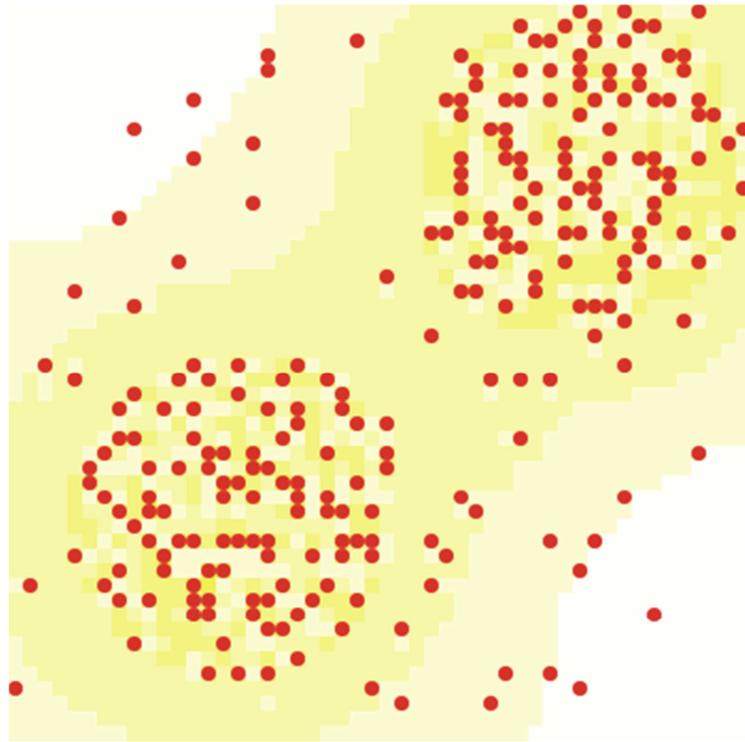


Figura 10 – Distribuição aleatória dos agentes (Fonte: Idem)

As regras acima citadas, já permitem a Epstein e Axtell desenvolverem um modelo mais simples do Sugarscape capaz de emergir um fenômeno de interesse: a acumulação e distribuição de riqueza. Se de acordo com as regras, os agentes podem acumular riqueza (açúcar), logo há uma distribuição de riqueza nessa sociedade artificial. A distribuição de riqueza evolui segundo as regras acima da seguinte maneira. Primeiro há uma uniforme distribuição e em seguida ela começa a se tornar cada vez mais assimétrica, com poucos agentes com muito açúcar e muitos com pouco. No gráfico 6, há evolução desse padrão, com o eixo vertical representando a quantidade de pessoas distribuídos nas barras, e o eixo horizontal são os níveis de riqueza por intervalos de 1/10 da riqueza total. Esse fenômeno decorre de uma inicial distribuição aleatória de uma população com diferentes níveis de visão, metabolismos, expectativa de vida e locais de nascimento. Assim, agentes com maior capacidade de visão e, assim, com maior mobilidade para regiões com mais açúcar (um recurso finito no modelo), com metabolismo mais lento, maior expectativa de vida e que já nascem em regiões com mais açúcar irão conseguir ter mais renda a cada momento e acumular mais em longo prazo.

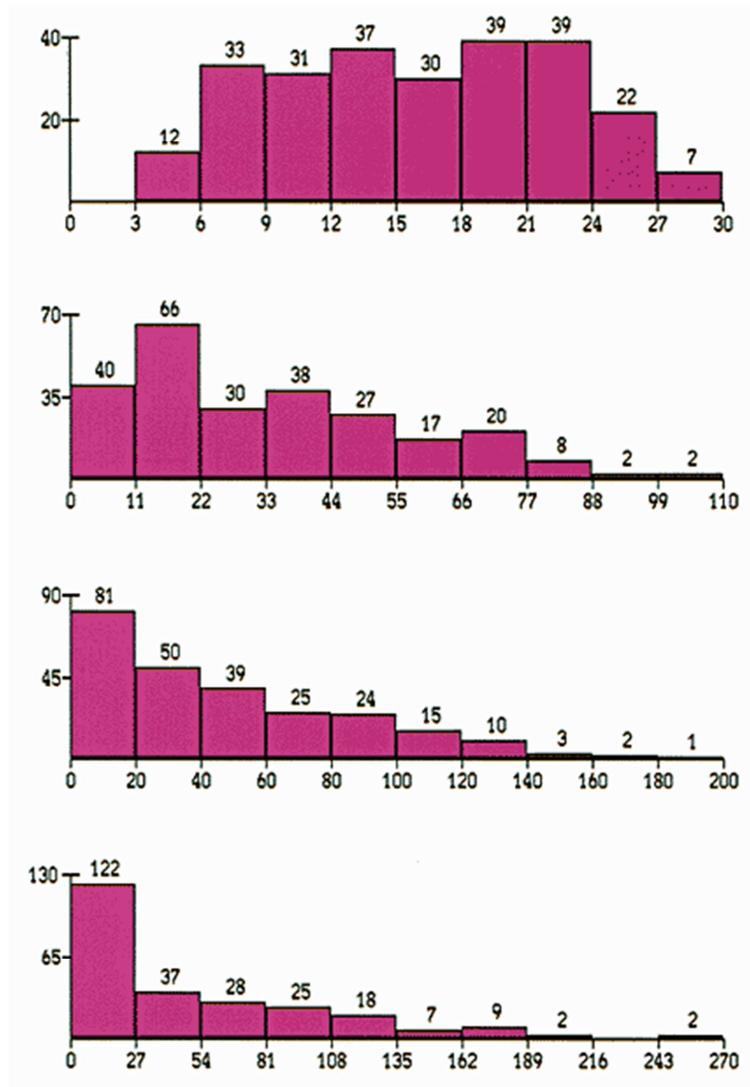


Gráfico 6 - Histograma da evolução da distribuição de riqueza entre agentes inicialmente distribuídos de maneira aleatória. (Fonte: EPSTEIN, AXTELL. 1996:34)

A partir do modelo mais simples, pode-se adicionar mais regras e elementos com o objetivo de investigar fenômenos mais complexos. Das inúmeras regras utilizadas pelos autores, vale citar algumas. Por exemplo, regras de como envolver-se em comércio, como transmitir doenças, reprodução baseada em regras de transmissão genética e mesmo como conseguir amigos e influenciar pessoas. Também há regras adicionais disponíveis para o ambiente: qual a velocidade o açúcar deve crescer após ser consumido, como o consumo dos agentes irá produzir dejetos ou poluição, e como estes dejetos serão espalhados pelo ambiente. Em versões mais avançadas do modelo, noções de influência cultural e combate são introduzidas para permitir o estudo da dinâmica populacional e cultural, as origens da guerra e da paz, da criação de redes sociais de vizinhança.

Vejamos um exemplo de modelo mais sofisticado para a investigação de um fenômeno crucial: a emergência de mercados e suas consequências. Para tanto, os autores adicionaram uma segunda commodity como recurso disponível no ambiente, o “tempero” (*spice*), e a cada agente é dado uma taxa de metabolismo correspondente, tal como para o açúcar (ver figura 11). A relativa velocidade do metabolismo de cada agente para açúcar e tempero determina a intensidade de suas preferências pelos os dois recursos. Quanto maior a “queima” de uma commodity em relação à outra, maior a preferência por essa, pois cada agente deve a todo o momento possuir positivas quantidades de ambos, senão morrem. Então, movem-se entorno da paisagem procurando por locais que melhor satisfazem suas preferências. Para suprirem suas necessidades, são dadas habilidades de comercializar açúcar e tempero. Todo o comércio é conduzido de maneira descentralizada entre vizinhos por trocas bilaterais. Assim que formado os pares para as trocas bilaterais, cada par de agentes engaja-se em uma “barganha” para determinar um preço local, e então comercializam seus bens apenas se conseguem chegar a um preço melhor para ambos.

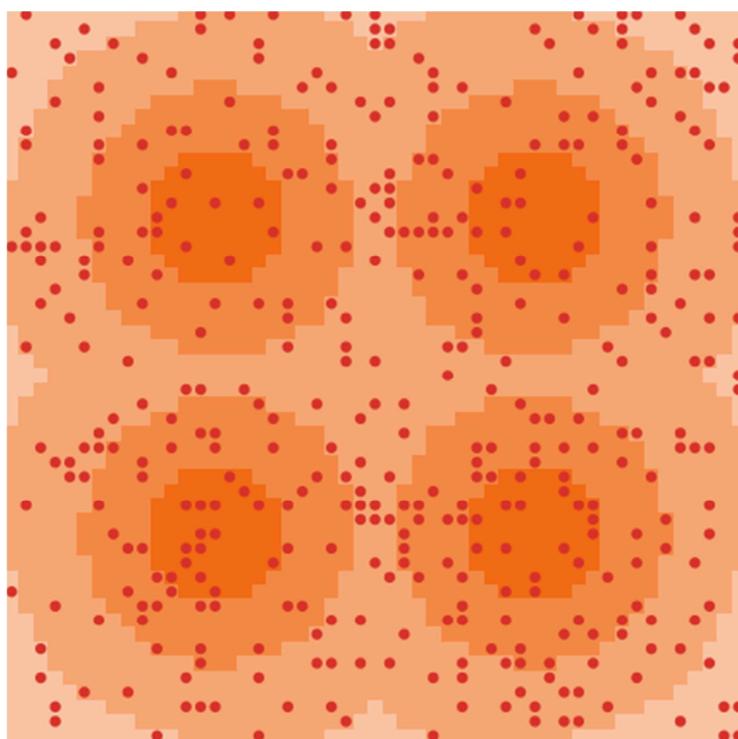


Figura 11 – Grid com duas commodities. Montanhas de açúcar no nordeste e sudoeste e montanhas de tempero a noroeste e sudeste (Fonte: Idem)

Ao adicionar a segunda commodity ao modelo, emergem-se mercados simples. E o processo de emergência abre espaço para um dos principais tópicos investigados no livro: a relação entre preços locais para a formação de um único preço de mercado (*market-clearing price*, conhecido como o preço de equilíbrio entre toda oferta e demanda do mercado), e a possibilidade de soluções ou alocações de bem-estar por via dos mercados²⁰. Estas questões são investigadas através de duas classes de agentes distintas: o agente neoclássico comum a manuais de economia com vida infinita, preferências fixas e racionalidade e informação perfeita, e o agente que se distancia desse paradigma por possuir vida finita, preferências evolucionárias, e racionalidade e informação imperfeita.

O preço de equilíbrio que emerge sob comércio bilateral tem uma característica diferente do que o preço de equilíbrio geral da teoria neoclássica; ele é estatístico por natureza²¹. Através de comércio descentralizado, os agentes econômicos encontram pessoas diferentes, barganham diferentes preços e comercializam diferentes quantidades entre açúcar e tempero. Suas predisposições a trocas segundo suas TMS²² (taxas marginais de substituição) se adaptam mutuamente entre os agentes no momento da barganha, de maneira que possam efetuar uma troca para fiquem sempre em melhor situação. Após a fase de barganha, estabelece-se um preço e as quantidades de commodities para a troca. Assim, localmente se produz uma alocação próxima do Ótimo de Pareto, pois mesmo que não alcancem o melhor preço para cada um em separado, alcançam o melhor para ambos. Ora, isso força a um

²⁰ “[The] First Welfare Theorem of neoclassical economics (is) the foundation for economists’ claims that markets allocate goods to their optimal social uses. The theorem states that Walrasian equilibria are Pareto-efficient. They are states in which *no reallocation exists such that an agent can be made better off without making at least one other agent worse off*. But in statistical equilibrium the First Welfare Theorem should be revised to say that a market equilibrium approximates but cannot achieve a Pareto-efficient allocation. How close a given market comes to Pareto-efficiency can be measured by the price dispersion in transactions.” (Idem. p. 123)

²¹ “The equilibrium concept used in general equilibrium theory is a deterministic one. That is, once the auctioneer announces the market-clearing price vector, all agents trade at exactly these prices. Each agent ends up with an allocation that cannot be improved upon. That is, a Pareto-optimal set of allocations obtains. Because these allocations are optimal, no further trading occurs and the economy is said to be in equilibrium. (...) In the model of bilateral exchange described above, each agent trades not at the general equilibrium price but rather at a locally negotiated one. Imagine that it is some particular agent’s turn to move, and you must predict the exact price at which its next trade will occur. This price depends not only on that agent’s own internal valuation (*MRS*) but also on that of its trading partner. Predicting the actual trade price involves predicting who this neighbor is likely to be, that agent’s *MRS*, and so on. With anything less than a complete description of the entire state space of the artificial society, this calculation can only be made probabilistically”. (EPSTEIN, AXTELL. 1996:122)

²² “According to microeconomic theory, an agent’s internal valuations of economic commodities are given by its so-called marginal rate of substitution (*MRS*) of one commodity for another. An agent’s *MRS* of spice for sugar is the *amount* of spice the agent considers to be as valuable as one unit of sugar, that is, the *value* of sugar in units of spice.” (Idem:102)

processo de determinação de preços que passa ao largo de métodos analíticos para antecipação de preços de equilíbrio.

Como consequência do processo, surgem pequenas diferenças em seus respectivos estados de bem-estar, já que cada agente terá rendas diferenciadas em suas trocas por conta dos resultados próximos do Ótimo de Pareto, e estas diferenças podem aumentar com o tempo. Este fenômeno é chamado de desigualdade horizontal. A inicial distribuição simétrica de bens, sob simples regras de mercado, evolui para um padrão distributivo assimétrico. Há eficiência local, porém isso implicará em ineficiência global.

Do ponto de vista de políticas, a análise aprofunda questões em torno da eficiência alocativa dos mercados e sua regulamentação. Enquanto comércio geralmente aumenta a capacidade de um meio em sustentar mais indivíduos em um mesmo espaço pela diversificação dos insumos, isso também pode aumentar a desigualdade de riqueza; neste sentido, há um *trade-off* entre equidade e eficiência. Os equilíbrios estatísticos que emergem são acompanhados por desigualdade, contrastando os teoremas de bem-estar da teoria do equilíbrio geral²³.

2.2 Considerações sobre o desenvolvimento de modelos baseados em agentes

Todos os modelos aqui apresentados estão disponíveis em grande variedade de linguagens de programação (principalmente em C++ e Java) e em softwares dedicados ao desenvolvimento de MBAs. O modelo de segregação de Schelling, como um bom exemplo, pode ser replicado a partir de três softwares: Swarm (<http://www.swarm.org>), Repast Symphony (<http://repast.sourceforge.net>), NetLogo (<http://ccl.northwestern.edu/NetLogo>). Nos site dos desenvolvedores há lista de e-mails e fóruns de discussão que auxiliam no esclarecimento de dúvidas e na atualização de informações técnicas e teóricas. Além dos softwares, há sítios na internet com grande volume de periódicos e resenhas tais com o JASSS – *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* – (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk>) e listas de discussão como o SIMSOC (<https://www.jiscmail.ac.uk/cgi-bin/webadmin?A0=SIMSOC>) dedicado a novidades e discussões relacionadas ao uso de simulação computacional e ciências

²³ Ver nota 21.

sociais, incluindo abordagens baseadas em micro simulação e modelagem multiAgentes, além de divulgação de eventos e chamadas para artigos.

Para um entendimento completo dos MBAs apresentados até aqui, teríamos de seguir para explicações de ordem técnica sobre construção de modelos computacionais. Porém, podemos apresentar sem recurso a digressões técnicas uma síntese de procedimentos padrões mínimos necessários para o desenvolvimento de MBA. Segundo Macal e North (2007), recorrer à noção de padrões é extremamente útil para os desenvolvedores desde que isso auxilie no sucesso das modelagens e facilite a comunicação de soluções de problemas comumente encontrados.

De acordo com autores acima, MBAs partem do problema comum de representar experimentalmente sistemas contendo muitos componentes em interação quando experimentos reais não podem ser realizados não apenas por motivo do nível de complexidade envolvido nas hipóteses, como também por questões éticas, de custo, tempo, e outras.

Para propósitos de clareza, agentes com comportamentos mais simples são geralmente preferidos sobre aqueles com comportamentos que são mais sofisticados. Entretanto, agentes devem possuir sofisticação suficiente para serem úteis representações. A medida para o *tradeoff* entre simplicidade e sofisticação é uma escolha que só pode ser definida por comparação das regras e atributos dos agentes, e o sistema de comportamentos resultantes, com um sistema social real de pessoas e instituições. A solução para esse impasse é por meio de tentativa e erro, nunca a priori. Para tanto, deve-se proceder tal como em um método de calibragem. O primeiro passo é fazer a descrição das regras dos componentes individuais e a seleção de dados quantitativos e qualitativos sobre o sistema. Assumindo que atualmente todos os modelos de agentes são desenvolvidos em linguagens de programação, as regras são codificadas em linguagens de orientação a objetos²⁴, tal como Java e C++. Assim que criado o modelo, executa-se e se examina os resultados iniciais como parte de sua validação. As definições de comportamento são então atualizadas de acordo com os resultados, e o modelo é executado novamente. Este é um processo de refinamento contínuo até o modelo reproduzir

²⁴ “In general, object-oriented programming is quite helpful for large-scale model development since objects are a natural way to implement agents. [...] Object-oriented programming uses objects to represent discrete entities. Objects are created from templates called classes. Classes define the behaviors and properties of objects. Objects contain specific settings for each of their class’s properties. As such, there can only be one class of a given kind, but there can be any number of objects of a given class. For example, there can be only one “Automobile” class in a car dealership model, but there can be many “Automobile” objects sitting on the simulated lot. Each of these cars can have unique behaviors such as acceleration, braking, and cornering as well as properties such as make, model, vehicle identification number, and price.” (MACAL, NORTH. 2007:204)

comportamentos e o sistema em tela. Terminado o processo, faz-se alteração sensível nos parâmetros com fim de explorar uma série de resultados possíveis. A questão chave é saber que parâmetro de um agente resulta no sistema de comportamento desejável. Por esse motivo, muitas vezes modeladores experientes optam por operar alterações primeiramente em regiões onde o comportamento pode ser previsto e até mesmo controlável. (Idem)

Há importantes questões técnico-interpretativas em torno dos MBAs que impactam na análise dos resultados dos modelos (Idem). Para ilustrar, uma importante questão é se o processo sendo modelado exibe comportamento cíclico ou periódico e se há regularidade nas variações de variáveis chaves. Se há variações, quão grande são os vales e picos, e quando deverá o comportamento ser considerado instável ou estável? Há também questões em torno do período de tempo envolvido na emergência de um padrão de comportamento e na transição entre diferentes padrões. Como pode o analista dizer o quanto um período de transição irá permanecer? Como poderia dizer, diante de um sistema que atravessa um turbulento período de transição, que este, no fim do período, alcançará a estabilidade sem ação adicional ou externa do próprio analista?

Conseguir estabelecer respostas às perguntas acima, tal como o acompanhamento da relação entre interações individuais e padrões agregados, supõe parcimônia no uso de variáveis e regras. Há sempre a possibilidade de uma grande quantidade de dados serem gerados e o potencial problema de como reduzi-los a quantidades manejáveis de informação. A leitura dos dados produzidos por um MBA e a extração de respostas deles pode tornar-se um desafio se houver grande volume e amplitude. Mais que um modelo realístico, devemos prezar por algo útil à investigação. Como o estatístico George Box observou: “All models are wrong, but some models are useful.”

2.3 Considerações sobre a análise de resultados de modelos baseados em agentes

Segundo Macal e North (*Idem*), ainda não há na literatura consenso sobre quais as técnicas mais apropriadas para a análise dos dados gerados por MBAs. Há, no entanto, procedimentos que facilitam a tarefa. Em especial, temos a análise estatística como uma

coleção de técnicas que podem ser aplicadas para identificar tendências, probabilidades e *outliers* subjacentes aos dados apresentados no log²⁵.

Os autores citam o caso de um típico modelo de simulação de eventos discretos no qual as variáveis possuem valores aleatórios, um modelo que por outras palavras se caracteriza como estocástico. Segundo eles, a boa prática de modelagem diz que devemos replicar muitas vezes uma simulação. A cada execução uma diferente *seed*, como são chamados os números utilizados para inicializar um gerador de números aleatórios, produzirão diferentes resultados. Quando os *outputs* das simulações são agrupados, o resultado é uma distribuição estatisticamente significativa. Das várias estatísticas que podem ser derivadas dos *outputs* de uma série simulada, talvez a mais importante estatística, para o caso, seja estimar a média ou o valor médio do processo e variância em torno dessa média.

Porém, estimar uma média real de um fenômeno a partir de uma distribuição gerada em um modelo estocástico não é tarefa simples. Desde que uma média amostral é apenas uma estimativa e ela própria uma variável aleatória, é desejável desenvolver estimativas de confiança sobre tão perto uma média amostral se aproxima de uma média verdadeira. Estabelecer estes intervalos de confiança requer estimar a variância de uma média amostral. Diferente das suposições feitas em estatística elementar em que todas as amostras sejam independentes e igualmente distribuídas, modelos de simulação produzem séries temporais de resultados nos quais há grande grau de dependência entre os valores. Por causa disso, estimar a variância de uma media amostral requer estimar várias correlações entre valores de séries temporais. Técnicas estatísticas que assumem dependência entre os dados possuem utilidade para MBAs.

Para fins de estimação estatística, pode-se fazer simples suposições sobre a forma subjacente de uma distribuição de probabilidades para um processo modelado. Uma típica suposição é que a distribuição seja normal ou Gaussiana. A suposição de normalidade facilita, por exemplo, a feitura do convencional teste de hipótese. Este frequentemente requer que os dados estejam distribuídos em forma de sino (normal ou Gaussiana distribuição). Ao usar

²⁵ “Agent-based models generate a myriad of data pertaining to system and agent behaviors. Capturing this information in a form that one can work with requires the creation of a model output log for the time-series data generated by the model. The model output log reflects the states of specific agents, the aggregate states of collections of agents, and the specific states of the environment over time. This data is stored as a set of values indexed by time for each variable of interest. Examples include hourly bid and ask prices in a futures market simulation, daily factory output in an agent-based manufacturing model, and weekly temperature in an agricultural crop model.” (MACAL, NORTH. 2007:224)

técnicas de estatística paramétrica e assumindo normalidade, é possível simplificar a estimativa da variância da média. Outro tipo de estatística existente é a não-paramétrica, e ao contrário da paramétrica, não faz fortes suposições sobre normalidade da distribuição dos dados. A escolha de um método ou outro envolve um *tradeoff*. Por exemplo, testes de hipótese paramétricos produzem resultados com grande probabilidade de serem verdadeiros, e com pequenos intervalos de confiança. Não é a toa que testes paramétricos frequentemente produzem resultados melhores do que os não-paramétricos. No entanto, não é sempre que se pode aplicar testes paramétricos, sob o risco de produzir resultados de alta confiança e baixo nível de previsibilidade.

Segundo os autores, muito tem sido escrito sobre o bom e o mau uso de métodos estatísticos. E o uso de estatística em MBAs não está imune a maus usos. Um exemplo de mau uso é a aplicação de um teste de hipótese em dados que não estão distribuídos normalmente (a melhor maneira de testar a normalidade da distribuição é verificar se o $skewness = 0$ e $kurtosi = 3$). Este problema ocorre com frequência quando a forma por trás dos dados não é conhecida e são aplicadas estatísticas paramétricas que requerem distribuição normal. Este uso inapropriado resulta em confiança incorreta sobre os resultados estatísticos. Dentre as causas apontadas para o mal uso de estatística, para além da falta de cuidado, é a ausência de ferramentas estatísticas próprias para MBAs. Mesmo sabendo das fraquezas de certas técnicas, modeladores podem não possuir ferramentas computacionais para fazer estatísticas não-paramétricas.

Quanto a questões relacionadas à como caracterizar um sistema de comportamentos, detectar padrões e analisar distribuições de resultados, iremos, ainda ao passo de Macal e North (2007), fornecer uma breve sugestão de análise suficiente para demonstrar a possibilidade de tratar essas intrincadas questões quando nos deparamos com comportamentos, à primeira vista, caóticos.

Sobre como caracterizar um sistema de comportamentos, um importante tópico é classificar um sistema de comportamentos e descobrir as condições sob as quais um sistema pode exibir tais comportamentos. A princípio, os sistemas podem ser ou estáveis ou instáveis. Comportamentos estáveis são predicáveis e os instáveis podem surgir de duas maneiras: ampliando-se positivamente sem limites ou variando continuamente de maneira ora predicável ora não. Por exemplo, pode-se usar a técnica de representar os momentos de uma

série em um gráfico do tipo *phase plot* ou *portrait plot*²⁶. No gráfico 7, há a representação do comportamento do sistema através de um ponto dado por duas variáveis, em duas configurações distintas de parâmetros. O plano bidimensional representa o comportamento do sistema, segundo ambas as variáveis, em cada momento da simulação. No caso do comportamento instável (à esquerda), o ponto nunca repete a mesma trajetória, já no estável (à direita) a trajetória do ponto repete o mesmo comportamento indefinidamente.

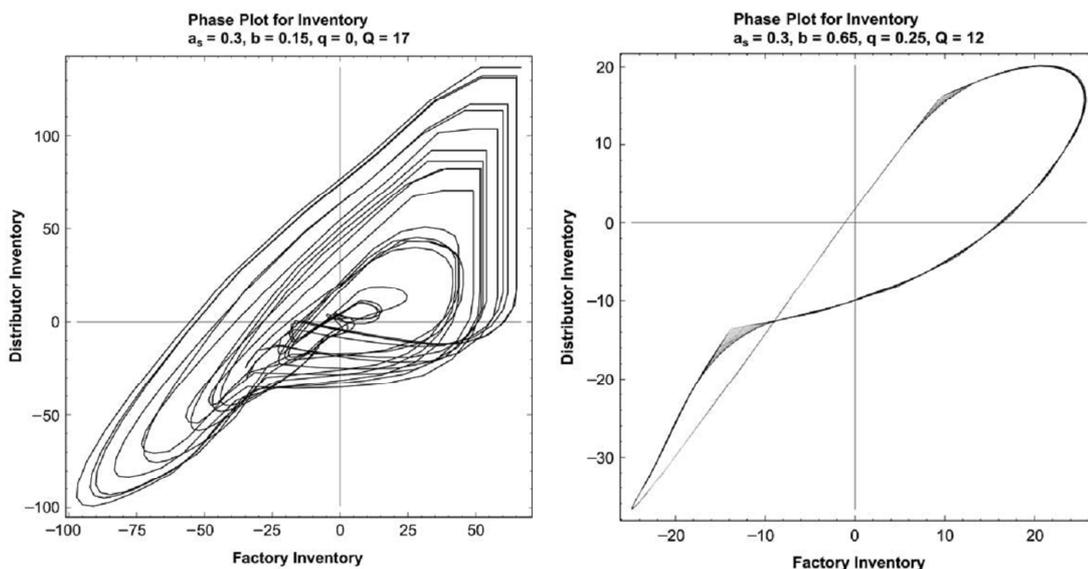


Gráfico 7 - Phase Plot de um comportamento instável à esquerda e de um comportamento estável à direita²⁷(Fonte: WEGERT, SEMMLER. 2011:271-272)

Um gráfico de *phase plot* pode representar uma série temporal de maneira que revele padrões distintos de comportamento de um sistema. Este exemplo demonstra que o uso de ferramentas apropriadas podem revelar padrões que oferecem informações úteis em séries de dados que parecem ser altamente caóticos.

²⁶ Uma ferramenta especial para visualização e exploração de funções matemáticas. Originalmente, foram principalmente utilizadas para ensinar como um simples e efetivo método de visualização de funções complexas. A paisagem analítica de “inocentes” ilustrações é transmutada em sofisticadas ferramentas para dissecar complexas funções. (WEGERT, SEMMLER. 2011)

²⁷ Os eixos das abcissas e ordenadas representam a amplitude do comportamento do sistema, assim o instável além de ser mais irregular possui uma maior amplitude que o estável (Idem: 271-272).

2.4 Um exemplo de código de modelo baseado em agentes no Netlogo: O modelo de Segregação de Thomas Schelling

Aos leitores que ainda não possuem idéia do que seja a estrutura de um MBA, iremos apresentar uma variação do modelo de Segregação presente na biblioteca de modelos do software Netlogo²⁸. O código abaixo é uma versão mais simples do original, pois a intenção era focar nas características mais básicas de um MBA. A simplicidade do modelo é didática para a percepção de uma estrutura mínima e eficiente de MBAs. Uma das virtudes do Netlogo é ser amigável a usuários sem treinamento em programação. Possui uma sintaxe enxuta com grande número de comandos específicos para MBAs, as chamadas “primitivas”, o que facilita em demasia o trabalho de desenvolvimento. Além dessas facilidades, há grande quantidade de modelos disponíveis na internet e no site do desenvolvedor que podem ser adaptados a novos modelos pelos usuários, dada a grande flexibilidade que o software proporciona. O software é gratuito e pode ser baixado na página: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. A documentação do Netlogo será usada como auxílio na especificação da sintaxe do modelo. Ela está disponível em: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>.

A figura 12 exibe a interface de usuário. Há uma representação gráfica dos *patches* e agentes à direita e quatro botões à esquerda. Abaixo explicamos brevemente a função de cada botão do modelo que durante a apresentação do código ficarão mais claras:

1. *Number*: Ajusta a quantidade de agentes no modelo. Para esse modelo a quantidade de agentes vai de 500 a 2500. O limite do número de agentes é determinado pela altura x comprimento do “mundo”, representado graficamente pela caixa à direita. Este mundo é na verdade um plano cartesiano com (0,0) ao centro cortado pelos eixos da abscissa (X) e o eixo da ordenada (Y). Foi utilizado para esse modelo o tamanho total para cada eixo de 51 espaços, chamados daqui para frente de *patches*, e isso resulta em 2601 *patches*. Portanto, 2500 está dentro do limite determinado pelo tamanho do mundo do modelo.

²⁸ Wilensky, U. (1997). NetLogo Segregation model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Segregation>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

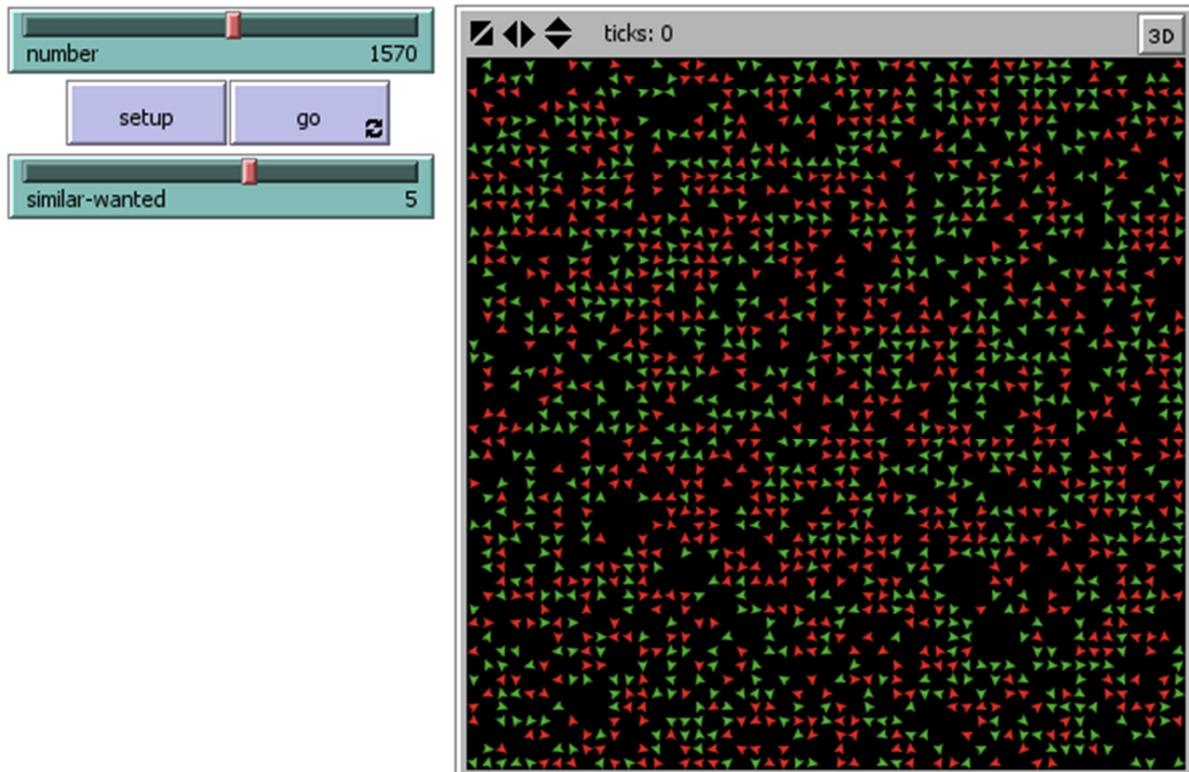


Figura 12 – Interface do modelo (Fonte: WILENSKY. 1997)

2. Setup: É o botão responsável por carregar todas as configurações iniciais necessárias antes da execução do modelo. Será mais detalhado seu funcionamento nesse modelo a diante.

3. Go: Inicializa a execução do modelo. Cada vez que o *go* é acionado executa-se o modelo por um *tick* (momentos). O Netlogo possui a opção de deixar o *go* acionado “eternamente” após acionado uma primeira vez. Essa opção é a mais utilizada, pois simula os *ticks* como contínuos.

4. Similar-wanted: Esse botão é responsável pelo ajuste da quantidade de agentes similares que cada agente irá procurar para ficar satisfeito.

O código apresentado será dividido em quatro partes para facilitar o entendimento. Primeiro a declaração das variáveis próprias dos agentes, em seguida as partes do *setup*, do *go* e, por fim os procedimentos de comportamento e atualização do modelo segundo o estado atual de todos os agentes. O código no Netlogo possui o seguinte layout:

```

turtles-own [
  happy?
  similar-nearby
]

to setup
  clear-all
  ask n-of number patches
    [ sprout 1
      [ set color red ] ]
  ask n-of (number / 2) turtles
    [ set color green ]
  update-turtles
  reset-ticks
end

to go
  if all? turtles [happy?] [ stop ]
  move-unhappy-turtles
  update-turtles
  tick
end

to move-unhappy-turtles
  ask turtles with [ not happy? ]
    [ find-new-spot ]
end

to find-new-spot
  rt random 360
  fd random 10
  if any? other turtles-here
    [ find-new-spot ]
  move-to patch-here
end

to update-turtles
  ask turtles [
    set similar-nearby count (turtles-on neighbors)
      with [color = [color] of myself]
    set happy? similar-nearby >= similar-wanted
  ]
end

```

A primeira parte é a definição das variáveis dos agentes, e isso vem antes da definição de qualquer comando do modelo. Utiliza-se a palavra-chave `turtles-own` para essa definição e dentro de seus colchetes são criadas as variáveis ainda sem definir o seu

significado, o que será feito mais abaixo. Foram definidas as seguintes variáveis `happy?` e `similar-nearby`. Utiliza-se a palavra *turtles* em `turtles-own` porque no Netlogo os agentes são chamados de tartarugas²⁹.

```
turtles-own [  
  happy?  
  similar-nearby  
]
```

O próximo passo será introduzir o `setup` no código. O `to` inicia o bloco do `setup` e o `end` o termina. Ao acionarmos o `setup` pelo botão criado na interface³⁰ todos os procedimentos descritos dentro do bloco serão executados. O `clear-all` irá retornar o modelo a um estado inicial no qual todos os agentes serão apagados para que o “mundo” esteja pronto para a execução de um novo modelo. Após limpar-se o modelo, dois comandos serão executados na sequência em que aparecem. O primeiro `ask n-of` irá ordenar a uma quantidade de agentes `patches` (quantidade essa determinada pelo botão `number` criado na interface) a criarem 1 tartaruga com a cor vermelha aleatoriamente, segundo o comando `[sprout 1 [set color red]]`. O segundo `ask n-of` ordena a metade das tartarugas criadas a mudarem sua cor para verde de acordo com o comando `(number / 2) turtles [set color green]`. Em seguida será chamada a execução do comando `update-turtles`, que como será explicado mais abaixo, irá retornar se cada agente do modelo está feliz ou não. Por fim, o comando `reset-tick` inicia a contagem dos momentos e normalmente é colocado ao fim do bloco. A figura 13 ilustra também esse primeiro momento do modelo, no qual ele é “engatilhado”. Observem que os agentes foram criados aleatoriamente sobre os `patches` e o contador de `ticks` está zerado.

²⁹ Os agentes no Netlogo são chamados de *turtles*. Tartaruga era o nome dado a um robô que obedecia aos comandos digitados na linguagem de programação que deu origem ao Netlogo, o Logo (<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index.html>). O robô se movimentava sobre o chão e possuía uma caneta que quando acionada marcava no chão o caminho feito pelo robô. Posteriormente o nome migrou para a representação gráfica dos agentes dos modelos em monitores. Este era uma linguagem desenvolvida na década de 1960 com foco principal no ensino de programação a crianças, embora também permitisse o desenvolvimento de modelos sofisticados.

³⁰ Criar um botão qualquer na interface é relativamente simples e a explicação de como se faz não é relevante para a explicação do funcionamento do modelo. Para mais informações, consulte o guia de interface do Netlogo disponível em: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>.

```

to setup
  clear-all
  ask n-of number patches
    [ sprout 1
      [ set color red ] ]
  ask n-of (number / 2) turtles
    [ set color green ]
  update-turtles
  reset-ticks
end

```

Após carregarmos as configurações iniciais do modelo, acionamos o botão `go` para chamarmos os procedimentos do bloco `to go` e assim inicializar a execução do modelo. O primeiro passo do bloco é verificar se cada agente está circundado por uma vizinhança de agentes com cores iguais às suas na quantidade definida pelo botão `similar-wanted` da interface. O condicional `if` irá permitir que o programa execute as funções abaixo `move-unhappy-turtles` e `update-turtles` dependendo dos valores booleanos `false` ou `true` retornados por `all? turtles [happy?]`. Esta expressão irá perguntar se todas as tartarugas (`all? turtles`) estão felizes (`[happy?]`). O termo `all?` irá reportar verdadeiro se todos os agentes de um conjunto de agentes (*agentset*) reportarem verdadeiro para a variável dentro dos colchetes imediatamente após seu chamado e caso haja ao menos um agente que reporte falso o `all?` irá reportar falso. Assim se o valor de `all?` for falso, o `if` não irá executar o comando `stop` do colchete que lhe corresponde. Se todos os agentes estão felizes, o `if` irá executar esse comando que finalizará o modelo, do contrário as funções seguinte serão executadas. O comando `move-unhappy-turtles` é responsável pelo comportamento dos agentes de acordo com o estado geral do modelo no tempo de sua execução e serão apresentadas a seguir. Como o nome mesmo indica, irá determinar que os agentes movimentem-se pelo mundo até que consigam satisfazer suas preferências por lugares com vizinhos da mesma cor. E após o movimento ordenado, novamente a comando `update-turtles` irá atualizar o estado geral de “felicidade” do modelo. Após o movimento ordenado, conta-se um `tick` ou momento executado.

```

to go
  if all? turtles [happy?] [ stop ]
  move-unhappy-turtles
  update-turtles
  tick
end

```

Os três blocos finais do código são comandos `to move-unhappy-turtles`, `to find-new-spot` e `to update-turtles`. O primeiro ordena aos agentes não felizes (`not happy?`) a procurarem um novo lugar. Já citamos a variável `happy?` no bloco anterior, porém agora ela é usada com o `not` antes, assim o seu valor booleano retornado pelo comando `uptade-turtles` é invertido. Quando o `ask` ordena aos agentes a procurarem um novo lugar, o bloco `find-new-spot` é executado. Esse bloco é responsável pela maneira pela qual os agentes irão percorrer os patches em busca de um lugar satisfatório a cada momento (`tick`). `rt random 360` e `fd random 10` são respectivamente, o agente vira para a direita (`rt` significa `right`) aleatoriamente entre 0 e 360 graus e caminha aleatoriamente entre 0 a 10 passos para frente (`fd` significa `forward`). Após “caminharem” um condicional `if` irá verificar se há algum agente no local onde cada agente chegou. Caso positivo para algum agente, novamente se inicia a execução do bloco e o agente irá procurar um novo lugar, caso contrário, ordena-se que o agente permaneça no centro do patch vazio (`move-to patch-here`).

```

to move-unhappy-turtles
  ask turtles with [ not happy? ]
  [ find-new-spot ]
end

```

```

to find-new-spot
  rt random 360
  fd random 10
  if any? other turtles-here
    [ find-new-spot ]
  move-to patch-here
end

```

O bloco do `to update-turtles` inicia-se ordenando os agentes (`ask turtles`) contarem os agentes da sua vizinhança por meio de `count(turtles-on`

neighbors). O reportador primitivo `count` indica entre seus parênteses que os reportadores primitivos `turtles-on` (retorna agentes que estão sobre patches) e `neighbors` (especifica que são os agentes de uma vizinhança de Moore) retornem a quantidade de agentes localizados nos oito patches ao redor de cada agente (ver Figura 6, pag. 40) que possuem a mesma cor. Esses valores serão guardados na variável dos agentes `similar-nearby` declarada no início do código. Com as quantidades de agentes da mesma cor estocados na variável `similar-nearby`, o próximo passo será comparar essa variável com a quantidade definida pelo botão `similar-wanted` de agentes da mesma cor procurados por todos os agentes. Se a quantidade de agentes da mesma cor envolta de um agente for igual ou maior a quantidade dos da mesma cor procurados, será retornado um valor “true” à variável dos agentes `happy?` declarada no início do programa. Caso contrário, um valor “false” será retornado.

```
to update-turtles
  ask turtles [
    set similar-nearby count (turtles-on neighbors)
      with [color = [color] of myself]
    set happy? similar-nearby >= similar-wanted
  ]
end
```

O resultado principal desse bloco, os valores de “true” e “false” armazenados na variável `happy?`, irá ser utilizado no bloco `to setup` quando da primeira chamada do comando `update-turtle`. Caso aconteça de já na inicialização do modelo todos os agentes já estejam satisfeitos com a quantidade de vizinhos ao seu redor, algo, diga-se de passagem, com baixíssima probabilidade de ocorrer, o modelo irá terminar no primeiro comando do `to go`, pois irá retornar “true” para o `if all? turtles [happy?]` e acionará o `[stop]`(cessa a execução do modelo). O que é esperado para o modelo é que a satisfação da condição `if all? turtles [happy?]` não se dê no primeiro momento de execução do modelo, pois a distribuição inicial é aleatória e os comportamentos de deslocamento de cada agente influencia todos ao seu redor de forma que a satisfação de um agente pode significar a insatisfação de outro. Outra característica do modelo é que o processo de acomodação, e respectivo aumento da satisfação global do sistema, não é necessariamente linear como se com a passagem do tempo cada vez mais agentes satisfizessem suas

preferências. Na verdade, o que ocorre com um modelo dessa natureza é que a progressão da satisfação varia ora de maneira mais lenta ora mais rápida, ou mesmo oscila entre estados de mais ou menos “felicidade” sem nunca alcançar um equilíbrio de satisfação global do sistema. Enquanto a condição `if all? turtles [happy?]` não for satisfeita, o modelo irá iterar o bloco `to go` indefinidamente.

3 CAPITALISMO, INSTITUIÇÕES E BENS PÚBLICOS

A economia clássica, por meio da imagem da “mão invisível” de Adam Smith, apoia-se na idéia de que mercados competitivos seriam capazes de produzir alocação eficiente de recursos por assegurar uma maneira pela qual fossem mais bem valorizados, e assim aumentar a “riqueza” das nações. Em mercados competitivos, o auto-interesse econômico dos indivíduos e firmas resultaria em um resultado social desejável, e isso é um resultado surpreendente, pois nenhum indivíduo em suas atividades cotidianas estaria agindo no sentido de alcançar esse resultado social. (NICHOLSON. 2008: 466)

Em tese, mercados competitivos produzem alocação eficiente através da sua capacidade de interligar as decisões econômicas de todos os agentes econômicos como um todo em uma economia por via de um sistema de preços competitivos idênticos a todos os agentes (RIDDELL, SHACKELFORD, STAMOS, SCHNEIDER. 2001):

Markets for resources and products provide prices that people use as information in all of the decisions they make about what work they will do, what goods and services they will consume, what business activities they will pursue, and what resources firms will use. As a result of all of these decisions linked by the operation of markets, the scarce resources of society are allocated to meet the needs of people in that society. The competitive market system thus operates to solve the questions of what to produce, how to produce it, and how to distribute it. All of this occurs because of the existence of markets and of competition. Competition and markets guide resource allocation. (Idem: 189)

Na moderna economia do bem-estar, usa-se o conceito de Ótimo de Pareto como um mínimo e incontroverso teste pelo qual qualquer resultado econômico social ótimo deve passar. Segundo o Ótimo de Pareto, a alocação eficiente ou ótima é definida como uma situação onde ninguém pode aumentar, através de alocações posteriores, sua satisfação por meio de trocas sem diminuir a satisfação de algum outro. (MAS-COLELL. 1995) É uma situação onde todas as trocas possíveis são mutualmente vantajosas. Então, a definição de Pareto identifica determinadas alocações como sendo “ineficientes” se inequívocas melhorias são possíveis. Essa definição não requer comparação interpessoal das utilidades, pois as

melhorias são definidas pelos indivíduos eles mesmos. (NICHOLSON. 2008) O conceito formaliza a ideia de que não deve haver perdas na sociedade (indivíduos não podem ficar em pior situação do que outros) e assim separa questões de eficiência econômica de questões controversas com relação a justiça ou distribuição ideal de bem-estar entre os indivíduos. (MAS-COLELL. 1995)

Esses resultados são formalizados no conhecido Primeiro Teorema Fundamental do Bem-Estar: Se todo bem relevante é negociado em um mercado a preços publicamente conhecidos, (isto é, se há um completo conjunto de mercados para todos esses bens) e se as famílias e firmas agem de maneira competitiva, (isto é, como tomadores de preços, e não como definidores ou formadores de preços que iriam ferir a suposição de preços determinados unicamente por concorrência perfeita) então o resultado é Pareto Ótimo. Isto é, quando os mercados são completos, qualquer equilíbrio competitivo é *necessariamente* Pareto Ótimo. (MAS-COLELL. 1995: 308)

O primeiro Teorema do Bem-Estar é tido como um marco inicial para a análise dos resultados de bem-estar das economias de mercado. Para alguns economistas a economia de mercado seria a única instituição social capaz de alcançar o Ótimo de Pareto, e a relação necessária entre mercados competitivos e o Ótimo de Pareto é defendida por eles como o suporte científico para uma posição de “laissez-faire” por parte dos governos (NICHOLSON. 2008). Certamente que soa sem sentido, de um ponto de vista mais embasado empiricamente, extrair recomendações políticas de um teorema que pouco se dedica às instituições com papel efetivo sobre o comportamento dos mercados, e que assim violam as suposições do teorema. Porém o teorema se reveste de importância teórica ao oferecer um referencial à modelagem teórica das inúmeras maneiras pelas quais as economias de mercado se distanciam desse ideal da perfeita competitividade e a conseqüente falha em se alcançar o resultado social do tipo Ótimo de Pareto. Esse distanciamento é conhecido na literatura econômica como “falha de mercado”.

A teoria econômica possui consenso sobre quatro tipos de fatores que podem afastar as economias de mercado reais do ideal da perfeita competitividade, ocasionando a falha dos mercados em alcançar uma situação de Pareto Ótimo. São eles:

1) Poder de mercado ou competição imperfeita: Situação na qual os agentes exercem poder na determinação dos preços, e assim deixam de ser tomadores de preços unicamente

determinados por via de concorrência perfeita. Dessa maneira os preços não mais possuem o conteúdo informacional requerido para alcançar a eficiência de Pareto. É uma situação que se insere entre dois extremos, a saber, a concorrência perfeita e a ausência de concorrência na qual prevalece a existência do monopólio.

2) Externalidades: Situação na qual há interações entre o nível de produção das firmas e bem-estar dos indivíduos que não são adequadamente refletidas no sistema de preços de mercado. Com externalidades, os preços de mercado não mais refletem todos os custos reais da produção dos bens que são necessários para se alcançar uma alocação eficiente de recursos. O exemplo comum é das empresas poluidoras do ar que não contabilizam em seus preços os danos causados ao meio-ambiente e à população.

3) Bens públicos: É similar ao problema de precificação das externalidades. São commodities que tem um caráter inerentemente público, no sentido de que o consumo de uma unidade do bem não impede o consumo de outro consumidor. Conhecimento, estradas, defesa nacional são exemplos. A provisão privada desses bens gera um tipo especial de externalidade: se um indivíduo prover uma unidade de bem-público, todos os indivíduos se beneficiam e, em um contexto de mercado, os indivíduos iram assumir o comportamento “*free-rider*”. Como resultado, a provisão privada de um bem público é Pareto ineficiente.

4) Informação Assimétrica: Uma suposição do Teorema do Bem-Estar e que as características de todos os bem sejam observáveis a todos os participantes do mercado. Com informação assimétrica, no limite, mercados distintos podem não existir para bens com características diferentes e a suposição de mercados completos pode não se manter. Em situações reais, o que ocorre é a informação ser assimetricamente mantida pelos participantes do mercado. Exemplos: informação sobre a habilidade de um trabalhador que este possui e a empresa contratante não; informações sobre a habilidade de um motorista que a empresa de seguro de automóveis precisa e o motorista esconde; informação sobre um carro usado que um vendedor possui e os possíveis compradores não.

Ao fim dessa breve e necessária digressão sobre a capacidade dos mercados por si só produzirem bem-estar social ótimo no sentido de Pareto, vital para situarmos a discussão de acordo com proposta de trabalho desta dissertação, a lembrar, o tema da eficiência institucional na produção de bens públicos, iremos deter-nos especificamente sobre a questão

em torno dos desenhos institucionais que promoveriam a produção de bens-públicos em economias de mercado senão ótimo ou de todo eficiente, ao menos satisfatória.

Na próxima seção, de acordo com a opção de enquadramento das temáticas abordadas na presente dissertação, iremos apresentar um modelo de simulação baseado em agentes desenvolvido com o objetivo simular a produção de bens públicos em condições de competitividade de mercado. O MBA é baseado nas suposições do chamado modelo de Tiebout, do economista Charles Tiebout. Este é uma maneira de pensar a problemática em termos de “bens públicos locais”, considerada por alguns economistas uma forma mais tratável do problema da revelação de demanda por bens públicos. Neste modelo teórico, deve-se permitir a indivíduos desejosos em arcar via impostos com os custos necessários à produção de um bem-público particular migrarem a lugares onde esse bem está disponível, e assim com outros indivíduos também predispostos a pagar por este bem, conseguir-se-ia evitar o *free-rider*.

3.1 Um modelo baseado em agentes para eficiência na produção de bens públicos locais

Na literatura econômica, a primeira tentativa conceitual para se resolver o problema do *free-rider* na produção de bens públicos é proposta por Erik Lindahl. A suposição do autor é que os indivíduos aceitariam ser taxados pelos governos com uma proporção dos custos de um bem públicos que fosse de acordo com o benefício marginal que teriam com o bem. Assim quanto mais a pessoa valorasse o bem, mais ela aceitaria contribuir. Não haveria incentivos para não assumir os custos de produção se esses fossem proporcionais à demanda dos indivíduos pelo bem. Com acesso aos benefícios marginais de todos os indivíduos com relação a um bem público, poder-se-ia calcular o nível Pareto Ótimo de equilíbrio entre a oferta e a demanda – quando soma do preço pago por cada indivíduo se igualaria ao preço de custo de uma unidade.

Infelizmente, mesmo sendo a solução conceitual de Lindahl um equilíbrio Pareto eficiente, ela não é um equilíbrio estável. Como os indivíduos sabem que suas respectivas taxas são baseadas em suas preferências – se eles valorizam mais irão pagar mais –, eles possuem incentivos para não revelarem suas preferências corretamente minimizando-as.

Como resultado, irão esperar que outras pessoas assumam os custos de provisão, recaindo em um Dilema do Prisioneiro.

Acredita-se que as limitações no modelo de Lindahl ligadas à revelação de preferências poderiam ser resolvidas com o modelo proposto por Charles Tiebout (1956). Segundo Tiebout, se há muitas comunidades nas quais os indivíduos podem viver, eles podem indicar suas preferências por bens públicos ao escolher onde morar, e assim sua predisposição de pagar os custos do modelo do Lindahl. Dessa maneira, ao morar em uma cidade na qual a carga tributária não maximiza suas preferências por bens, uma pessoa pode “votar com seus pés” e mudar para uma comunidade que oferece maximização suas preferências com seus impostos. O autor enumera oito suposições que amparam o modelo ideal, porém três delas são de consenso entre os economistas que defendem o uso da noção de bens públicos locais, são elas: informação perfeita, custo zero de mobilidade e liberdade para escolher entre comunidades e grande número de comunidades para poderem escolher onde viver.

The consumer-voter may be viewed as picking that community which best satisfies his preference pattern for public goods. This is a major difference between central and local provision of public goods. At the central level the preferences of the consumer-voter are given, and the government tries to adjust to the pattern of these preferences, whereas at the local level various governments have their revenue and expenditure patterns more or less set. Given these revenue and expenditure patterns, the consumer-voter moves to that community whose local government best satisfies his set of preferences. The greater the number of communities and the greater the variance among them, the closer the consumer will come to fully realizing his preference position. (Idem: 418)

A hipótese de Charles M. Tiebout de que bens públicos locais podem ser eficientemente produzidos se os agentes podem livremente escolher entre jurisdições alternativas que competem na oferta de cestas de bens públicos para atrair cidadãos, abre espaço para a pesquisa comparada sobre as diferenças entre desenhos institucionais e agregação de preferências. Com esse objetivo, Kollman, Miller e Page (2003) desenvolvem um modelo baseado em agentes com base nessa hipótese para explorar como resultados sociais são afetados por instituições políticas desenhadas com o objetivo de agregar escolhas individuais sobre questões concernentes a produção de bens públicos locais. Inclusive de

acordo com Thomas Schelling (1978), para o qual instituições políticas e econômicas são frequentemente avaliadas por suas habilidades em criar incentivos ao nível micro de acordo com objetivos ao nível macro.

No MBA, as instituições políticas simuladas pelos autores são o referendo, competição direta, e representação proporcional. Logo que definido para cada jurisdição o sistema vigente, os cidadãos escolhem como se ‘votassem com seus pés’ (*vote with their feet*), em cada período de tempo, por migrarem para as jurisdições de acordo com os projetos públicos ou políticas locais oferecidos. A política resultante em qualquer jurisdição dependerá das preferências dos cidadãos localizados dentro daquela jurisdição em cada período, de uma maneira determinada pela instituição de agregação de preferências em vigor. Cidadãos podem continuar a se realocarem em resposta à mudança das posições políticas locais, e posições políticas locais podem continuar a mudar em resposta a realocação dos cidadãos. A partir de condições iniciais de preferências e políticas aleatórias, os autores encontraram que a eficiência social é maior respectivamente em jurisdições com instituições tais como representação proporcional e competição direta por permitirem aos cidadãos empreender um grau maior de experimentação entre jurisdições alternativas. Somente no caso de um modelo com apenas uma jurisdição que o referendo democrático irá produzir maior ganho. Isso se explica pelo motivo do referendo produzir uma plataforma média no conjunto das preferências dos agentes impossibilitados de optarem pela migração, mesmo que insatisfeitos.

3.1.1 O modelo, variações e resultados

Faremos agora uma breve descrição do mecanismo desenvolvido pelos autores a partir do qual o modelo computacional foi desenvolvido (Kollman, Miller e Page. 2003). Essa descrição será para o caso comparativo entre referendo democrático e competição entre dois partidos para duas jurisdições.

Os autores assumem que um conjunto de N_a agentes, cada qual deve residir em uma das N_{aj} jurisdições possíveis. Dentro de cada jurisdição, o governo local é obrigado a se posicionar sobre um conjunto de N_i questões (*issues*) públicas locais. Todas as jurisdições devem tomar posições sobre cada N_i questões. Assume-se que todas as posições são binárias sendo do tipo “ausência” ou “presença” de bens públicos ou políticas. Denota-se por $p_{ji} \in$

$\{Sim, Não\}$ a posição da jurisdição j sobre a questão i e a expressão $P_j \in \{Sim, Não\}^{N_i}$ denotará o vetor de decisões de todas N_i questões da jurisdição j . A utilidade do agente a para a questão i será representado por V_{ai} . Se a questão faz parte da plataforma do partido, o agente obtém a utilidade de V_{ai} , e se não, o agente não obtém utilidade alguma. A utilidade do agente a pela plataforma P_j é dado por:

$$u_a(P_j) = \sum_{i=1}^{N_i} V_{ai} \cdot \delta(p_{ji}), \text{ onde } \delta(Sim) = 1 \text{ e } \delta(Não) = 0 \quad (1)$$

Para garantir a flexibilidade requerida pelo modelo para simular a adaptação entre os comportamentos dos partidos e eleitores-consumidores, um algoritmo de otimização foi adicionado ao MBA. O algoritmo irá gerar aleatoriamente uma plataforma para cada partido, e quando é dada ao partido a chance de se adaptar, ele irá gerar uma nova plataforma que é uma variação da plataforma atual e, assim, toda nova plataforma estará restrita à vizinhança da plataforma atual. Mantendo-as próximas umas das outras, garante-se a coerência entre as plataformas políticas de um partido. Se ocorrer de uma nova plataforma produzir mais votos que a atual, ela passará ser a atual, caso contrário, a plataforma atual permanece inalterada. Do lado dos agentes, inicialmente o modelo cria preferências aleatórias para cada um, e aleatoriamente irá alocá-los nas jurisdições existentes. A cada ciclo é permitido aos agentes se realocarem à jurisdição que os forneça mais utilidade. A característica que distingue a heurística é ela basear sua busca na melhor plataforma conhecida.

Na tabela 1, estão listadas as utilidades de oito agentes sobre três questões. Primeiro, consideremos uma jurisdição contendo os primeiros três agentes (agente 1 a 3 na tabela). Se a instituição é o referendo democrático, com plataformas (Sim, Sim, Sim) , $(Sim, Sim, Não)$, $(Sim, Não, Sim)$ e $(Sim, Não, Não)$ – todas essas plataformas sendo membros de um conjunto *top-cycle* –, então a plataforma será (Sim, Sim, Sim) , pois sua utilidade agregada será de 4.0, a maior utilidade. A utilidade agregada dessas plataformas são, respectivamente, 4.0, 3.5, 3.5, 3.0. Se houver uma direta competição entre dois partidos nessa jurisdição, com cada partido recebendo uma plataforma escolhida aleatoriamente desse conjunto, pode acontecer de haver disputa entre plataformas de utilidade inferior a do referendo democrático. Então, o referendo democrático sempre será preferido à direta competição segundo critérios de utilidade. Para entender os resultados assim, basta aplicar a função de utilidade (1). Por exemplo, para a

plataforma (*Sim, Sim, Sim*), o agente 1 possui a utilidade de 3.0, pois a soma das utilidades dos três questões aceitos como pauta do partido é igual a $(+1) + (+1) + (+1) = 3.0$. Para o agente 2 será, então, de 0.5, pois a soma de $(+1) + (-1) + (+0.5) = 0.5$. E para o agente 3 será $(+1) + (+0.5) + (-1) = 0.5$. Assim a utilidade total para essas jurisdição será de 4.0.

Agora consideremos uma segunda jurisdição que contem o restante dos agentes da tabela 1 (agentes 4 a 8). Nesta jurisdição, a plataforma média de maior utilidade sob o referendo democrático é (*Não, Não, Não*) com uma utilidade 0. Vale lembrar, que quando o $\delta(p_{ji})$ assume a posição *Não*, ou seja, $\delta(Não) = 0$, qualquer utilidade associada à questão, seja positiva ou negativa, será anulada; daí o valor 0. Então, quaisquer outras configurações de questões que não (*Não, Não, Não*) irão produzir utilidades negativas. Por exemplo, para a plataforma (*Sim, Não, Não*) temos: agente 4: $(+1) + (0) + (0) = 1$; agente 5: $(+1) + (0) + (0) = 1$; agente 6: $(-1) + (0) + (0) = -1$; agente 7: $(-1) + (0) + (0) = -1$; e para o agente 8: $(-1) + (0) + (0) = -1$. A utilidade resultante da soma das utilidades individuais será de -1. Para as duas jurisdições sob o referendo democrático essas plataformas produzem um equilíbrio de Tiebout no qual a utilidade agregada para as duas jurisdições de 3.0, isto é, $4.0 + (-1)$.

Esse equilíbrio não é estável para o caso da competição direta entre dois partidos. Nesse segundo sistema, a plataforma (*Sim, Sim, Sim*), da primeira jurisdição, mesmo com a utilidade de 4.0 pode ser derrotada por uma proposta de plataforma rival, por exemplo, (*Sim, Não, Não*) com uma utilidade de 3.0. Isso porque, com esta nova configuração, os agentes 4 e 5 irão ter uma maior utilidade se migrarem para a primeira jurisdição, e como resultado, a utilidade da primeira jurisdição como um todo irá aumentar de 4.0 para 5.0. Então, após a

Tabela 1 – Preferências de oito agentes sobre três questões. (Fonte: Kollman, Miller e Page. 2003: 200)

Agent preferences			
Agent	Issue 1	Issue 2	Issue 3
1	+1	+1	+1
2	+1	-1	+0.5
3	+1	+0.5	-1
4	+1	-1	-1
5	+1	-1	-1
6	-1	-0.5	-1
7	-1	+0.5	-1
8	-1	+0.5	-1

migração, a utilidade para cada agente da primeira jurisdição será de 1.0 e a utilidade total será 5.0. E para a segunda jurisdição a plataforma (*Não, Sim, Não*) se torna o único membro do *top-cycle*, pois esta irá produzir a utilidade de 0.5. Teremos assim um equilíbrio para as duas jurisdições sob competição direta de dois partidos com uma utilidade agregada de 5.5, superior a utilidade agregada de 3.0 do antigo equilíbrio para o caso do referendo democrático.

Para os Kollman, Miller e Page, a ausência de um único resultado sob a competição direta entre partidos gera um processo de realocação de agentes e o aumento de utilidade agregada. O exemplo ilustra bem que o aumento de utilidade requer um temporário decréscimo da utilidade em uma dada jurisdição o que induz a migração de agentes e, eventualmente, tem-se o aumento da utilidade agregada para todo o sistema.

Nas tabelas 2 e 3 há os resultados para modelos com uma ou mais jurisdições. Nas simulações foram adicionadas as instituições de representação proporcional. A proporcionalidade é garantida da seguinte maneira. Depois que os partidos recebem o voto sobre sua plataforma, digamos 18%, o partido passa a ter seus votos ponderados pelos 18% sobre cada um das questões. A decisão final sobre cada questão será igual a *Sim* se o peso total de todos os partidos em uma jurisdição que defendem *Sim* para a questão for superior a 50%, caso contrário será *Não* para a questão.

Pelas tabelas, observa-se que o aumento do número de instituições permite o aumento da utilidade. No entanto, o resultado inesperado foi que a desempenho de varias instituições políticas reverteram-se completamente. Por exemplo, o referendo democrático, o melhor no modelo de uma única jurisdição, tornou-se o pior, e a representação proporcional tornou-se a de melhor desempenho.

Tabela 2 – Resultados para uma única jurisdição (Fonte: Idem: 197)

Single Jurisdiction: Per Capita Utility after Ten Elections (200 Trials)		
Institution	Per Capita Utility	(s.e. of the mean)
Democratic referenda	2.69	(0.12)
Direct competition (2 parties)	1.45	(0.13)
Direct competition (3 parties)	0.67	(0.13)
Direct competition (7 parties)	0.33	(0.13)
Proportional representation (3 parties)	1.33	(0.13)
Proportional representation (7 parties)	1.36	(0.13)

Tabela 3 – Resultado para múltiplas jurisdições (Fonte: Idem: 199)

Multiple Jurisdictions: Per Capita Utility after Ten Elections (200 Trials)						
Institution	3 Jurisdictions	(s.e. of the mean)	7 Jurisdictions	(s.e. of the mean)	11 Jurisdictions	(s.e. of the mean)
Democratic referenda	34.39	(0.15)	48.29	(0.13)	55.46	(0.12)
Direct competition (2 parties)	34.15	(0.14)	49.90	(0.13)	57.03	(0.13)
Proportional representation (3 parties)	35.56	(0.11)	51.80	(0.12)	58.93	(0.12)

Duas características do modelo geram esta tendência. Primeiramente, a utilidade agregada para uma configuração dos agentes é correlacionada positivamente com a homogeneidade das preferências em cada jurisdição. Em segundo lugar, a instabilidade da competição direta e representação proporcional é ligada a heterogeneidade das preferências em uma jurisdição. Combinando estes dois efeitos, se os agentes em uma configuração não forem bastante homogêneos em cada jurisdição, a utilidade agregada será baixa, e a competição partidária gerará novas plataformas que produzem uma configuração instável. Se, entretanto, os agentes forem homogêneos em cada jurisdição sob qualquer configuração, a utilidade agregada será elevada e as plataformas serão estáveis. Então, os equilíbrios de Tiebout, com respeito a instituições competitivas, são tendentes para aquelas plataformas políticas e configurações de agentes com utilidade agregada mais elevada. Comparando-se a tabela 3 com a tabela 4, a utilidade é correlacionada positivamente com as realocações de agentes.

A instabilidade provocada com a adição de mais jurisdições pode ser interpretada como “erros” (*mistakes*), no sentido que as plataformas escolhidas pela competição direta e

Tabela 4 – Número médio de realocações por rodadas para 1000 agentes (Fonte: Idem: 204)

Average Number of Agent Relocations per Trial (50 Trials)						
Institution	3 jurisdictions	(s.e. of the mean)	7 Jurisdictions	(s.e. of the mean)	11 Jurisdictions	(s.e. of the mean)
Democratic referenda	864.16	(17.24)	863.2	(10.41)	887.3	(5.26)
Direct competition (2 parties)	915.68	(14.67)	1162.5	(8.63)	1293.7	(7.13)
Proportional representation (3 parties)	1277.60	(34.41)	1371.06	(25.75)	1420.28	(21.74)

representação proporcional tipicamente iniciam-se com utilidade mais baixa do que as plataformas medianas geradas por referendos democráticos. Erros permitem que o sistema escape do equilíbrio velho e crie novas configurações de agentes e a possibilidade de criar de novos equilíbrios de maior utilidade. Segundo os autores, as instituições que permitem mais erros em configurações relativamente mal avaliadas pelos agentes, permitirão o sistema agir ‘como se’ ele reconhecesse o valor potencial de um ótimo local entre as jurisdições e escapar de equilíbrios ruins se o ótimo local for reconhecido como inferior. Por exemplo, os sistemas com dois ou mais partidos tendem, no modelo, a evoluírem para políticas que contemplem mais preferências e produzir mais utilidade do que a mediana produzida por referendos.

O resultado final apresenta que as mesmas instituições frequentemente possuem relativamente pior desempenho em modelos com apenas uma jurisdição. O mesmo erro em um modelo de única jurisdição pode levar a um benefício superior em um modelo de múltiplas jurisdições, se isso forçar o sistema a sair de uma relativamente pior acomodação e induza os agentes a redistribuírem-se em melhores configurações. A razão, segundo os autores, é que um sistema com múltiplas jurisdições cria um sistema de múltiplos equilíbrios.

3.1.2 Modelos analíticos e modelos baseados em agentes vis-à-vis validação empírica

De acordo com Kollman, Miller and Page (Idem: 208-209):

The idea that decentralized mechanisms can be used to refine equilibrium out-comes toward those equilibria with higher aggregate payoff has important implications for mechanism design. Our results indicate that three conditions help in the effective design of such mechanisms. First, the decentralized mechanism must be able to acquire information about the state of aggregate payoff from local information. In our model, agent heterogeneity at any given jurisdiction is a good proxy for the quality of global sorting. Second, the mechanism must be able to disrupt global equilibria through local action. For example, a platform change at a single jurisdiction might cause sufficient migration to result in a cascade of platform changes at other jurisdictions. Finally, the decentralized mechanism must link the local information to local action in such a way that as the global system improves, local action is dampened. Given these three conditions, a decentralized mechanism can bias the outcome towards those configurations of higher aggregate payoff.

Embora o foco dos autores seja o modelo de Tiebout, o processo analisado – o descentralizado *sorting* (operação que divide agentes em grupos por algum critério) de agentes interativos – é de grande interesse para compreensão de uma ampla classe de fenômenos que devem realocar ou redistribuir agentes entre configurações alternativas com múltiplos equilíbrios, como por exemplo: trabalhadores procurando empregos, empresas escolhendo locais para se instalarem e indivíduos se organizando em associações.

Ainda de acordo com os autores, o processo em discussão, a saber, o *sorting* descentralizado de agentes interativos (operação que os divide em grupos de acordo com algum critério), é de grande interesse para a compreensão de uma ampla classe de processos sociais: compradores procurando vendedores, trabalhadores à procura de empregos, empresas buscando locações e indivíduos se agregando em coligações.

Ao lado das muitas questões para as quais o MBA pode lançar luzes, muitas canônicas por sinal, o mesmo ainda possui muitas simplificações, mesmo aumentando a capacidade de operacionalização da hipótese chave. Por exemplo: partidos não possuem preferências, eleitores não votam estrategicamente e as preferências são assumidas como linearmente independentes. Igualmente, assumiram-se simplificações próprias da hipótese de Tiebout, como por exemplo, ignorar que qualquer realocação de pessoas envolve custos de transação.

Ser capaz de executar os pressupostos de Tiebout em um ABM é um grande avanço para o desenvolvimento de métodos de pesquisas que visam melhorar a teoria de desenho de mecanismos. Mas, obviamente, os limites da MBA são inerentes aos limites da hipótese de Charles M. Tiebout. A discussão sobre como fazer um ABM mais adequado para validação empírica virá junto com a discussão sobre como a teoria do desenho de mecanismos pode oferecer um conjunto de hipótese mais adequada para modelar processos dinâmicos sociais em que pressupostos neoclássicos quase não desempenham qualquer papel razoável.

Em geral, uma preocupação comum a todos os tipos de simulação de cenários e modelos de análise nas ciências sociais é aceitar a hiper-simplificação em favor da tratabilidade técnica. Perguntas sobre como modelar instituições eficientes de acordo com critérios de aplicabilidade a situações empíricas são bem sintetizado na pergunta feita por Samuel Bowles (2004: 337):

The failure of the assumption of efficient design poses an intriguing challenge: if the structure of contracts and other institutions are not the result of some hidden algorithm that implements efficient solutions to allocational problems, what analytical tools can we deploy to empirically explain observed institutions and their evolution?

Para Bowles, deve-se começar pela análise empírica do surgimento, evolução e extinção das instituições das economias capitalistas.

3.2 Contratos incompletos, preferências sociais e efeitos crescentes generalizados

Acreditamos que os valiosos *insights* do ABM apresentado acima podem ser vistos como complementares ao conhecimento produzido, segundo Bowles, pela sociologia e a ciência política, bem como a economia clássica, por meio de autores como Adam Smith, Karl Marx e John Stuart Mill: “in place of deduction from a few (once) uncontroversial behavioral and institutional axioms [...] the classical economists were nondisciplinary (the disciplines had not been invented) concerned about the empirical details of the social problems of their time and modesty on the degree of generality for their theories”. (2004: 15)

De acordo com uma perspectiva evolutiva, Bowles (Idem) afirma que os resultados sociais são os resultados combinados de um grande número de pessoas agindo autonomamente, mesmo quando se trata da emergência e perpetuação de estados nacionais e de outros poderosos corpos como confederações continentais. Para o caso específico das sociedades capitalistas, ele afirma três pressupostos que fornecem *inputs* conceituais para interpretá-las como um processo de coevolução entre instituições e o comportamento social: a natureza não-contratual da interação social, comportamento adaptativo e preferências em relação aos outros, e retornos crescentes generalizados.

Por natureza não-contratual das interações sociais, entende-se que as relações econômicas não são apenas regidas por contratos completos e aspetos não-contratuais das interações sociais, mas também são regidos por um conjunto de normas e de poder. Essa suposição assume que os contratos existentes são não-completos, uma vez que sempre há aspectos que não são especificados nos contratos e possíveis de serem executados mais tarde sem qualquer custo adicional para as partes. Por exemplo, um contrato de trabalho não

especifica o nível de esforço dos trabalhadores, além de que, coisas como alguma norma ética do trabalho, o medo de perder seus empregos e a pressão dos colegas que podem tornar forçar os agentes a alcançar um nível superior de esforço que a execução apenas dos termos do contrato não pode. O comportamento adaptativo e preferências em relação ao outro refere-se a situações nas quais as pessoas se submetem a reduzir o seu próprio bem-estar para aumentar o bem-estar dos outros e para punir aqueles que prejudicam os outros ou não respeitam uma norma de ética. Também chamado de sociais preferências, esse conceito ajuda a explicar por que as pessoas muitas vezes se envolvem em cooperação para fins comuns, mesmo quando o comportamento orientado apenas para benefício próprio pode trazer um ganho maior. Finalmente, os chamados retornos crescentes generalizados, que podem ser pensados em termos de *feedbacks* positivos, são situações em que os ganhos de uma pessoa ao tomar uma ação podem aumentar na medida em que mais pessoas tomem a mesma ação. Pequenas mudanças podem criar consequências duradouras em longo prazo e tornarem-se um equilíbrio persistente. (Idem)

O foco de Bowles é manifestadamente uma crítica ao paradigma walrasiano. No entanto, ao utilizarmos da maneira a qual relaciona suas três suposições entre si não intentamos alinhar-nos a essa crítica, pois não está nos objetivos dessa dissertação. A importância em considerar as preferências em relação aos outros, ou preferências sociais, aumenta quando se toma os contratos por sua natureza incompleta. O processo em que as preferências sociais evoluem exibe fortes retornos crescentes generalizados. E finalmente, se retornos crescentes generalizados são comuns e evoluem a partir de diferentes condições iniciais, os resultados podem ser equilíbrios muito diferentes; sociedades são sistemas de múltiplos e simultâneos equilíbrios. Quais equilíbrios serão mais prováveis de existir dependerá criticamente sobre as instituições que governam dinâmicas relevantes, tais como o exercício do poder, ação coletiva e outras formas não-contratuais de interações sociais. Isto é um processo de seleção de equilíbrio que não podem ser antecipados por métodos analíticos. Essa rede de relações fornecerá uma seleção de equilíbrio por um processo quase inteiramente ausente em um modelo do tipo walrasiano. (Idem)

Se retornarmos ao modelo de Fábio Wanderley Reis apresentado no capítulo 1, temos um exemplo de como comportamentos orientados ao outros que favorecem o sentimento de cooperação necessário à superação de núcleos territoriais particulares podem ao mesmo tempo impedir a integração territorial ao fortalecer um sentimento de solidariedade exclusiva e

conflitiva em relação à requerida solidariedade mais ampla entre todos os núcleos de poder existentes. O surgimento do sentimento necessário à aceitação legítima de um único aparato institucional com influência sobre todo um território nacional é resultado de um efeito crescente generalizado, identificável como um valor de pertencimento a uma nação, sendo este imprescindível na sustentação de um pacto federativo situado em suas entrelinhas jurídicas. Na mesma linha, vale lembrar o modelo de Elinor Ostrom, também apresentado no capítulo 1, no qual a interação entre as noções de reciprocidade, reputação, confiança, e essas impactadas por variáveis contextuais, explicam a tendência à cooperação entre indivíduos e grupos também está de acordo com o modelo de Bowles. Ostrom (2007) aponta formas de retornos crescentes generalizados que se fixam como formas de ação agregada que diferem com relação à distribuição de benefícios àqueles que pertencem a um grupo e a distribuição de benefícios àqueles que são externos a este. Quadrilhas, gangues e carteis são formas de ação coletiva assim como as associações, instituições de caridade, eleições, e partidos políticos.

Como foi sumariado na introdução do capítulo, a instituição social economia de mercado é ambígua quanto aos seus resultados de bem-estar, pois há poderosas restrições a existência de mercados plenamente competitivos, o suficiente para invalidar qualquer esperança de sua existência. Com todo o risco da simplificação, sociedades capitalistas podem se fechar em um equilíbrio de baixo crescimento econômico, corrupção política e desigualdade social ou indubitavelmente alcançar níveis mais elevados de desenvolvimento humano. O estágio de desenvolvimento de uma sociedade é dependente de trajetória de uma forma altamente não-linear. Pela quantidade de fatores envolvidos, deixar o primeiro estado de coisas para o último depende de esforços que muitas vezes estão fora de qualquer tipo de engenharia institucional e em um horizonte de longo prazo. Coisas como mudanças internas e choques externos, tais como guerras, crises econômicas e mudanças climáticas podem ser as únicas forças capazes de desalojar uma sociedade de um equilíbrio de longo prazo.

A teoria dos jogos evolucionária permite matizes sobre o modelo de Bowles. Podemos usá-la para pensar exemplos históricos que ilustram como a evolução de padrões generalizados de comportamentos parece não ser algo tão maleável após tomar alguma direção inicial. O exemplo dos países onde houve a alteração de sistemas produtivos tradicionais ou de inspiração socialista para economias de mercado é instigante. Vejamos o caso do colapso do Comunista no URSS e no Leste Europeu. Segundo Bowles muitos economista acreditavam que com o fim do regime de propriedade estatal, as instituições

capitalistas iriam surgir espontaneamente. O que surgiu dos escombros na Rússia e outros países do Leste Europeu foram regimes altamente corruptos e concentradores de riqueza constituídos de instituições com poucos incentivos a produtividade e investimento. Ao mesmo tempo, Japão, Tigres Asiáticos e China se adaptaram rapidamente a economia de mercado e hoje possuem altos índices de produtividade e níveis de desenvolvimento bem superiores ao período anterior, ainda que seja discutível para o caso da China. Percebe-se novamente como que valores sociais completam as lacunas não-contratuais determinando o sucesso de determinadas instituições em seu papel de incentivar comportamentos. Fazemos uma breve introdução à noção evolucionária e vejamos como podemos enquadrar a discussão em seus termos.

A noção de evolução foi adicionada a teoria dos jogos durante a década de 1970, quando de uma considerável reviravolta com a publicação da obra *The Logic of Animal Conflict* (1973) de John Maynard Smith e de George Robert Price. Tal obra foi pioneira na aplicação dos conceitos da teoria dos jogos ao comportamento animal, reino o qual, a princípio, não se pode manter qualquer exigência de racionalidade substantiva e procedimental, até mesmo o uso de uma noção de racionalidade mínima ou do tipo limitada. Seu impacto para as ciências humanas pode ser apreciado pelo artigo de Robert Axelrod e Willian D. Hamilton, *The evolution of cooperation* (1981). Neste texto, o casamento entre a teoria dos jogos e biologia deu origem a uma teoria na qual processos de replicação dinâmica, mutação e adaptação diferencial³¹ são aplicados a situações nas quais fortes suposições sobre racionalidade falham³².

A perspectiva evolucionária adotada pelos autores será utilizada por Axerold em 1984, em um livro com o mesmo nome, *The Evolution of Cooperation*. Nesse trabalho, hoje clássico, há uma exemplar aplicação da perspectiva evolucionária na qual Axelrod utiliza-se de Tit-fo-Tat para explicar o fenômeno da emergência de cooperação durante a primeira guerra mundial, durante a fase conhecida como guerra de trincheiras, ao explorar uma rotina

³¹ Replicação dinâmica e adaptação diferencial são processos nos quais agentes mais bem sucedidos tendem de uma maneira darwiniana aumentar sua frequência em relação aos agentes com pior desempenho. (GINTIS. 2007)

³²“Full rationality requires unlimited cognitive capabilities. Fully rational man is a mythical hero who knows the solutions to all mathematical problems and can immediately perform all computations, regardless of how difficult they are. Human beings are in reality very different. Their cognitive capabilities are quite limited. For this reason alone, the decision-making behavior of human beings cannot conform to the ideal of full rationality.” (GIGERENZER, SELTEN. 2002. p. 14)

de comportamentos conhecida como o sistema de “viva e deixe viver” (*Live and let live*)³³. O caso de emergência de momentos de paz, em meio a Primeira Guerra Mundial, entre soldados alemães e ingleses sem nenhum tipo de vínculo ou comunicação anterior é representativa de que o comportamento cooperativo pode surgir entre agentes inicialmente orientados ao benefício exclusivamente próprio, inclusive em uma situação limite de preservação da própria vida onde a ação unilateral e violenta é a estratégia estritamente dominante.

A interação do tipo adaptativa é chave para a evolução de normas de cooperação. Os achados de Axelrod através de um paradigma de jogos não-cooperativos são de imenso interesse, pois exemplificam que a exigência de existência prévia de valores e comunicação não é necessária. Jogos não-cooperativos fornecem elementos para considerações sobre como a colaboração entre jogadores é criada e quais são incentivos que os jogadores possuem para violar tais acordos. Sinteticamente, as três questões chaves da teoria dos jogos são “quando, como e por que” os jogadores cooperam para seu mútuo benefício (MORROW. 1994). Para o Morrow, o fortalecimento dos acordos, ou, alternativamente, por que pessoas honram seus compromissos de curto prazo é uma questão crítica, e a teoria dos jogos cooperativos assume vagamente esta questão. Ainda que a teoria dos jogos cooperativos, ou de não-soma-zero, serem de aplicação mais própria à teoria social do que os não-cooperativos, por considerem a possibilidade de comunicação e o comprometimento entre os agentes, autores como John Harsanyi, Reinhard Selten e James Morrow (Idem) afirmam que jogos cooperativos facilitam demasiadamente tais comprometimentos que podem não ser tão “firmes”, e assim facilmente abandonados.

No entanto, a comunicação e o compartilhamento mínimo de interesses e valores são inerentes à classe de fenômenos de interesse mais imediato, pois o objeto de interesse, as instituições e a produção de bens públicos, está imerso em relações sociais. Além do mais, jogos não-cooperativos não estão livres de objeções de autores próprios da teoria dos jogos. Vale citar duas críticas de Herbert Gintis (2000), procurando manter o valor heurístico dos

³³ “*Live and let live* is the spontaneous rise of non-aggressive cooperative behaviour that developed during the First World War particularly during prolonged periods of Trench Warfare on the Western Front. Perhaps one of the most famous examples of this is the Christmas Truce of 1914. It is a process that can be characterised as the deliberate abstaining from the use of violence during war. Sometimes it can take the form of overt truces or pacts negotiated locally by soldiers. At other times it can be a tacit behavior — sometimes characterised as “letting sleeping dogs lie” — whereby both sides refrain from firing or using their weapons and deliberately discharge them in a ritualistic or routine way that signals their non-lethal intent. This behaviour was found at the small-unit level, sections, platoons or companies, usually observed by the “other ranks” e.g. privates and non-commissioned officers. Examples were found from the lone soldier standing sentry duty, refusing to fire on exposed enemy soldiers, up to snipers, machine-guns teams and even field-artillery batteries.” Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Live_and_let_live_%28World_War_I%29 > Acessado em: 15. nov. 2010.

achados de Robert Axelrod (1990). Segundo Gintis, economistas utilizam *Folk Theorem*³⁴ de jogos repetidos e simulações baseadas em Tit-for-Tat para argumentar que cooperação humana pode ser entendida em termos de uma dinâmica de *long-run* guiada por auto-interesse. O que é profundamente errado para o autor, por duas razões. A primeira é que auto-interesse em jogos repetidos resulta em cooperação apenas quando os agentes são suficientemente *future-oriented* (guiam-se por resultados futuros em contraste a resultados imediatos), mas em situações onde um sistema social é ameaçado e provavelmente será destruído e a cooperação é mais central para a sobrevivência, os agentes serão provavelmente *present-oriented*, já que a probabilidade de interações futuras é baixa. O segundo problema é que há considerável evidência empírica e experimental de que as pessoas são mais pró-sociais do que é predito pelos modelos *long-run self-interest*, isto é, se envolvem em interações cooperativas de maneira mais imediata nas inúmeras interações cotidianas que sujeitam as pessoas. A leitura de Gintis lança dúvidas sobre a possibilidade de emergência de alguma norma de cooperação onde ela já não esteja presente entre os agentes. Certamente normas podem evoluir, mas não por conta de agentes orientados apenas a ganhos pessoais que após interações infinitas passariam a associar o maior benefício pessoal ao maior ganho coletivo. Talvez seja o caso de considerarmos o que foi exposto no primeiro capítulo sobre longíssimos períodos de transição entre estados estacionários com o aumento da quantidade de agentes e diversidade de comportamentos e a abreviação desse processo por meio de choques externos e mutações internas. Valores e normas culturais são os fortes determinantes de cooperação generalizada e desafiam qualquer tipo de exercício de engenharia institucional que queira incentivar esses resultados por meio apenas canalização do auto-interesse. É cara a literatura sobre desempenho institucional a análise de situações de atraso dos indivíduos em se adequarem a ajustes nos incentivos institucionais e da existência de frequente comportamento sub-ótimo relacionada a constrangimentos de ordem cultural. Este argumento está presente no primeiro capítulo (BEDNAR, PAGE. 2007).

³⁴ “The Folk Theorem asserts that any individually rational outcome can arise as a Nash equilibrium in infinitely repeated games with sufficiently little discounting.” (FUDENBERG, MASKIN. 2009. p. 209) “In simple terms, people have low discount rates when they care about the future. People who are mature and patient will value future payoffs. People who cannot defer gratification want payoffs now: high discount rates.” Disponível em: <<http://chronicle.uchicago.edu/001005/posner.shtml>> Acessado em: 16. nov. 2010.

3.3 Evolução institucional e capitalismo

De maneira geral, iremos assumir que o processo de estabelecimento de instituições liberal-democráticas nas sociedades capitalistas modernas, uma vez iniciado, produz retornos crescentes generalizados no sentido de proporcionar a existência de direitos como liberdade de opinião e de associação e sufrágio universal, ou, em direção oposta, manutenção de tipos peculiares de regimes de governo com pouco ou nenhum espaço algum a contestação pública. Importante para a construção de hipóteses é não se descuidar de que as situações empíricas recaem entre o *continuum* ao longo destes dois tipos ideais. Ao tentarmos ser condizentes com o fato de que instituições públicas e privadas localizadas em um sistema social e produtivo baseado na propriedade privada e de consumo restrito por renda, concluímos que o próximo passo é partir para a pergunta sobre para *quem*, no âmbito privado, os esforços humanos e alocações de recursos na produção de bem-estar são destinados, e isso levará ao questionado sobre *como*, ou por quais meios, isso é feito.

A coadaptação entre comportamentos e instituições em um regime onde há grande concentração de recursos financeiros e de poder, leva-nos a sugerir que a coevolução correspondente é intimamente determinada pelo comportamento de elites econômicas e políticas, não sendo necessário que estas dimensões estejam separadas, pois caminham próximas ou juntas, e tanto mais benéfico às elites se possuem ambos os recursos. Instituições em um contexto de marcada assimetria possuem fins de assegurar a permanência de tais elites. A noção de permanência utilizada acima tem ressonância sobre a de equilíbrio. Então, deve-se considerar o caso ou a possibilidade em que instituições podem ser criadas para maximizar bem estar “privados” e extrair renda do público para grupos de interesses que controlam os aparelhos de regulação; instituições podem ser orientadas a gerar ineficiência pública global à custa de eficiência local orientada a particulares. A sobreposição entre os sistemas políticos e financeiros é uma característica da qual não podemos dissociar a evolução do capitalismo, tal como um fator determinante para sua reprodução. Da mesma forma, que temos que nos manter dentro do espaço de uma ingenuidade controlada ou consciente e aceitar a crença no agente benevolente para concebermos situações onde de fato governos atuem no sentido de induzir falhas de mercado que se justificam em parte pela opção da manutenção de uma série de bens públicos e de bem-estar amplo a toda uma população – pensemos no caso da desarticulação completa de mercados tais como os de escravos e trabalho infantil, a pesada regulamentação de drogas lícitas como o cigarro, e até mesmo a

criação institucional de mercados a fim de combater males sociais, ao exemplo da eliminação do tráfico da maconha através de sua descriminalização e legalização de sua produção e venda. De fato, na maioria das vezes utilizam-se outras instituições junto aos mercados justamente para determinar a provisão de bem-estar mesmo a custo de perda de eficiência produtiva de outros mercados.

A história bem atesta que regimes capitalistas que seguiram a uma direção de maior bem-estar estão associados ao aumento do grau de contestação política, mais do que a participação formal por via eleitoral, e o estabelecimento, durante o século passado, de sistemas políticos poliárquicos com altos níveis de competitividade entre elites políticas. (DAHL. 1997) No entanto, um grupo restrito de países alcançaram sistemas poliárquicos, ou, tornaram-se poliárquias. Do ponto de vista de uma perspectiva teórica evolucionária para explicar os processos que determinam fenômenos sociais, a emergência e a permanência de estados ou equilíbrios de longa duração resultam da interação entre instituições e comportamentos de agentes com limitações cognitivas e informacionais que atualizam seus comportamentos por meio de tentativa e erro, com base em informação local e experiência passada. Se a perspectiva evolucionária é adotada, um sistema político competitivo do tipo poliárquico necessário ao desenvolvimento da liberal-democracia e seus respectivos efeitos crescentes generalizados de desenvolvimento e bem-estar, por ser capaz de mitigar a influência das oligarquias e do capital, torna-se um resultado pouco provável, com a sua ocorrência sendo algo excepcional, mesmo que não se possa afirmar que exista um fator responsável por seu acontecimento que não seja a própria trajetória única que o resultou para um grupo seleto de países.

A perspectiva evolucionária ajuda-nos a termos atenção para não recaírmos em tipologias que *a priori* definem os limites das maneiras empíricas de manifestação dos modos de organização das dimensões política, econômica e social baseadas na propriedade privada. *A priori* podemos apenas estabelecer, com o mesmo espírito que utilizamos nas exposições das experimentações de cenários, suposições que considerem diversidade de graus de autonomia e de condições em que os indivíduos exercem a busca de interesses, isso envolvendo no plano institucional o impacto dos limites intrínsecos aos contratos que regulam o plano da convivência societária, nos termos da incompletude destes já descrita por Bowles.

Um contraponto a caracterização das instituições regulatórias do comportamento social e econômico em um sistema capitalista como sendo enviesadas ao favorecimento de

interesses particulares – no limite da interpretação maniqueísta –, é a existência de valores republicanos e disseminado sentimento de dever cívico para com os indivíduos entre si e para com as instituições públicas, o que diminuiria as assimetrias de distribuição de recursos políticos e econômicos. Mas, da mesma forma que uma pessoa orientada tão somente pelo auto-interesse, como no paradigma do *Homo economicus*, pode ser razoavelmente descrito como um sociopata³⁵ se ele é tomado solto ou livre de restrições da sociedade em que vive, é igualmente irrealista esperar a existência de cidadãos que sempre se orientam, em suas interações cotidianas, sob algum imperativo moral que lhes prescreve sempre o comportamento que leve em consideração o completo bem estar de todos os demais, assumindo um pesado fardo de responsabilidade cívica sem garantia alguma de que os outros agirão de forma recíproca. Novamente, considerações sobre cálculo e estruturas de incentivos à ação não-cooperativa inerentes a sociedades de massa, tal como situadas por Olson (ver capítulo 1), vêm a baila ao menor exercício de realismo argumentativo. O caminho de maior realismo teórico é certamente o que considera que as relações sociais são sempre um misto entre de um lado o comportamento cooperativo e orientado a maximização particular. Caberia, então, saber o quanto qualquer forma de ação que se situe entre esses tipos ideais pode ser induzida por incentivos morais ou regras institucionais.

Uma pesquisa realizada por Fábio Wanderley Reis e Mônica Mata Machado de Castro (2003) permite-nos ilustrar como a alternância de situações empíricas podem favorecer a disseminação de valores ora mais solidários ora mais orientados ao interesse próprio no início da recente experiência republicana brasileira.

Os autores se utilizaram de uma base de dados oriundos do projeto de pesquisa ‘Pacto Social e Democracia no Brasil’ entre 1991 e 1992, e, conceitualmente, articulam a noção por eles chamada de “cálculo contextualizado de interesses”. Segundo eles, diante de amostras de categorias diversas da população brasileira, verifica-se a associação entre níveis mais altos de informação e sofisticação, em condições democráticas normais, com maior propensão ao comportamento orientado por normas ou valores solidários ou cívicos. Contudo, na

³⁵ A comparação feita Herbert Gintis do *Homo economicus* com o personagem Hannibal Lecter (*Silence of the Lambs*) é bem intuitiva. No filme, o personagem principal gosta de devorar pessoas, e a reação das pessoas a serem comidas por ele o preocupa tanto quanto a reação de um cordeiro preocupa o leão voraz. Da perspectiva do autor, *Silence of the Lambs* provê uma janela interpretativa para as absurdas suposições por trás do *Homo economicus* quando aplicado fora do contexto do *anonymous market setting*. O autor define que o sociopata trata os demais instrumentalmente, sem se importar com seus sentimentos (e.g. um estrupador, canibal ou *serial killer*) ou apenas se importa se lhe provocar algum tipo de sensação (e.g. um sádico ou *bully*) (GINTIS. 2000: XXV).

ocorrência de circunstâncias que evidenciem o caráter inócuo ou ineficaz da postura cívica, quanto maiores à informação e a sofisticação, maior a propensão a substituir a postura cívica pela disposição à defesa desembaraçada ou cínica do interesse próprio.

Do exposto acima, os autores deduzem um aspecto de suma importância: em vez da contraposição cortante entre a referência a normas e o cálculo racional, que muitas discussões tendem a supor, o que os dados revelam é um padrão de articulação complexa entre a maior ou menor adesão a normas, de um lado, e, de outro, o elemento da informação portada ou conhecida pelo indivíduo, um elemento crucial para o cálculo e as feições por ele assumida. Ou seja, o cidadão mais sofisticado assume uma postura mais ambígua ou cínica não porque seja contra a democracia, mas pelo fato de que traz mais considerações na hora de se engajar em seus cálculos. Os dados indicam a importância de considerar as diversas situações empíricas tanto no caso de democracias consolidadas e efetivas, em que a vigência de normas e cultura cívica não teria por que ser vista como obstáculo à atuação do cálculo guiado por interesses, quanto pela existência de cenários de deterioração das disposições democráticas em situações de crise em que a atuação do fator cognitivo torna simplesmente irrelevantes e inoperantes os valores e normas a que convencionalmente de fato se adere, determinando o predomínio de considerações orientadas por interesses próprios (REIS, CASTRO. 2003).

Em resumo, para Reis:

[...] cabe admitir a existência de graus de racionalidade em correspondência com o volume de informações disponível a respeito do ambiente ou da situação em que se desenvolve a ação. E um agente atuando em situação que encerre, por hipótese, inerente ou inevitavelmente um componente de incerteza será tanto mais racional quanto mais incorpore a sua ação o conhecimento dos fatores que produzem tal incerteza e dos efeitos desses fatores quanto à natureza dos próprios aspectos de incerteza da situação – por outras palavras, quanto mais esteja informado a respeito da própria incerteza. (REIS. 2000:129-130)

Há, porém, um ponto de contato sugestivo em que as observações acima, vinculando intencionalidade e racionalidade, apontam ao mesmo tempo para os matizes variados que resultam de se considerar a ação seja na forma “abstrata” de um relacionamento entre meios e fins que lhe define o caráter racional em geral, seja em termos do conteúdo mais “concreto” da situação ou do contexto em que se desenvolve e com base em cujo conhecimento mais ou menos preciso pelo agente se pode falar em graus de racionalidade. (REIS. 2000:130)

Recapitulando, o que determinaria então um estado de coisas institucional ao lado de outras possíveis configurações não realizáveis – dando continuidade ao questionamento feito ao fim da seção 3.1.2? Certamente, nenhum grande projeto de melhoramento humano, nem pura obra do acaso. Podemos seguir na identificação de trajetórias possíveis: a revolução industrial favoreceu o surgimento da liberal-democracia; o antigo regime e o atraso industrial em certos países favoreceram o comunismo e o fascismo no século seguinte; e certamente é infundada qualquer perspectiva, até mesmo dentro de um horizonte de longuíssimo prazo, ou gerações, o retorno a modos de organização produtiva de tipo planificada, embora não seja imprevisível o retorno de fascismos. Porém, ao mesmo tempo, entre cada trajetória possível, há uma vastidão de possibilidades, ou equilíbrios de longo prazo, tal como a probabilidade infinitesimal de um único ponto ou instante em um espaço contínuo e isso precisa ser levado em conta antes de elegermos interpretações da história. De valor didático, por ser disseminado no senso comum acadêmico, pensemos no caso da Alemanha: quais os fatores que exatamente resultaram nas suas atuais instituições? Certamente seria impossível, ou uma aposta com probabilidade de acerto praticamente nula, uma explicação que consiga estabelecê-los, dentro de um *continuum* de possíveis estados de coisas que vão do totalitarismo a plenas instituições democráticas. Mas, mesmo que o conhecimento não possa ser tratado como um processo de desvelamento das causas, isolado ou protegido das contingências mundanas e insuficiências dos sentidos, devemos tomar ao nosso favor as técnicas sob as quais podemos controlar o tabuleiro, as peças, os dados e a maneira como se lançam os dados, pois esses são de fato talvez os únicos fatores possíveis de serem determinados unicamente por nós.

Nossa opção foi no uso de MBA, em uma noção evolucionária entre preferências e instituições, a teoria complexidade e certo nível de empiria. Utilizamos um MBA destinado à construção de suposições teóricas sobre como distintas instituições decisórias favoreceriam o aumento eficiência pelo aumento do bem-estar global. Cada experimentação de cenários, segundo as especificações técnicas e regras de comportamento presentes no MBA, apontou um resultado. Isso foi possível pela alteração sensível nos parâmetros das variáveis do modelo a partir condições inicialmente aleatórias; e quanto mais sensibilidade tiverem os parâmetros, mais trajetórias serão possíveis. Porém este é apenas o primeiro passo. Por ele inferimos quais tipos de regras levariam a comportamentos de maior utilidade em uma situação de descentralização e competitividade de mercados. A princípio, uso dos resultados de um modelo de agentes, matemático ou mental, ou qualquer outro para o entendimento do mundo, é a maneira a qual uma pessoa simplifica a complexidade incognoscível e faz uma aposta

sobre seu funcionamento, e sua plausibilidade aumentará quanto mais informação ele lhe prover sobre a complexidade em questão. O passo complementar foi perguntar sobre como traduziríamos essas conclusões a suposições sobre o mundo. E tal passo requer o conhecimento empírico sobre as sociedades reais sob a égide do sistema capitalista e o do acúmulo teórico-interpretativo existente.

Se empiricamente orientada, uma discussão sobre a eficiência institucional em sociedades capitalistas deve levar em conta que o estabelecimento de instituições públicas terá sempre como pano de fundo uma sociedade marcada por, entre outras assimetrias e desigualdades: divisão social do trabalho, competição e maximização de interesses privados, diferentes alocações de propriedades e de estratificação, por exemplo, por critério de renda, raça e gênero. Qualquer tentativa de modelar o comportamento humano deve aceitar a tese de que um fator chave na determinação do ajuste de comportamentos a incentivos é a localização de agentes no substrato social, que impacta em restrições normalmente tomadas como exógenas em nome da simplicidade, tais como a capacidade cognitiva e a qualidade da informação que as pessoas possuem. Em outras palavras, por trás de toda a intenção ou o interesse manifestado, existe uma rede concreta estratificação de capital cultural-social-econômico possuído por cada agente. Desigualdades, assimetrias, estratificações, restrições e redes são noções que dificilmente poderiam ser simuladas por meio de agentes e instituições "representativos" para quaisquer interpretações de fenômenos sociais e econômicos. A noção de diversidade, por mais obstáculos que imponha ao tratamento técnico de modelar interações e antecipar resultados plausíveis em um espaço de probabilidades, é o caminho para a representação das sociedades capitalista modernas, certamente de complexidade assombrosa dada as infinitas possibilidades de realização.

Teoricamente, Samuel Bowles é exemplar quanto ao domínio dos tópicos discutidos. Conjuntamente outros também cederam seus ombros nessa empreitada: Reis e Castro, Ostrom, Dahl, Gintis e Axelrod. De todos, procuramos retirar elementos que permitiram direcionar a breve discussão sobre o comportamento das pessoas e instituições no capitalismo e esta última seção foi dedicada a isso.

Ainda, teoricamente, permanece a conclusão de que ninguém deve ser ingênuo sobre o desenvolvimento de uma teoria das instituições e da produção de bem-estar, e deve ter-se, nas palavras de Bowles, modéstia sobre as intervenções que uma abordagem evolucionária pode executar. Assim dito, terminemos com as suas palavras (2004: 17-18):

Though motivated by an interest in the impact of economic institutions on human well-being, I have adopted an evolutionary rather than a social engineering approach. Like the idea of “selfish genes” seeking to maximize their replication or an auctioneer presiding over a general equilibrium exchange process, the omniscient and omnipotent social engineer seeking to maximize social welfare is a fiction whose usefulness depends on keeping in mind its fictive character. Social outcomes—even those involving states and other powerful bodies—are the combined result of actions taken by large numbers of people acting singly. Such devices as fictive auctioneers, social engineers, or anthropomorphic genes cannot substitute for an understanding of how real individuals behave and the ways that distinct institutions generate population-level dynamics that aggregate these behaviors to produce social outcomes. The evolutionary character of the analysis will become evident in the way that individual behaviors are modeled, the kinds of population-level dynamics studied, the ways that behaviors and institutions co-evolve, and the absence of any grand blueprints for human betterment. The evolutionary approach is modest about what interventions can accomplish, but it does not restrict the economist to purely contemplative pursuits.

4 COMPLEXIDADE, A MULTIDIMENSIONALIDADE DO FEDERALISMO, E O TRADEOFF ENTRE EFICIÊNCIA E PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BENS PÚBLICOS

A apresentação da problemática envolvida na produção de bens públicos através do exemplo dos sistemas federalistas nos permitirá ilustrar, de uma maneira embasada de maneira minimamente empírica, isto é, com referência a instituições e dinâmicas interativas existentes, a complexidade resultante da multidimensionalidade das relações entre instituições e agentes e a conseqüente coevolução entre esses dois elementos. Por ser um tipo organização política predominante nos grandes Estados modernos (EUA, Brasil, Rússia, Canadá, Alemanha, África do Sul, Espanha, Arábia Saudita, Austrália, México, Índia, entre outros) o nível de generalidade adotado para o caso em tela neste capítulo, o caso norte-americano, é considerado por nós adequado a um exercício inicial de interpretação para outros casos. Esse passo metodológico inicial é fundamental ao bom trabalho de tradução para linguagens algorítmicas próprias de arquiteturas computacionais de modelos baseados em agentes. Nas palavras do professor Antônio Carlos da Rocha Costa (C3/FURG), para qualquer modelo de simulação de agentes com pretensão de simular situações existentes, devemos, “antes de pensar em agentes, conhecer os atores”.

Introduzir a discussão nos termos do *tradeoff*, comum à Teoria Democrática, entre a “participação” e “eficiência” – a primeira noção ligada a de “autoridade” e a segunda ligada à noção de “poder”, ambas tratadas no capítulo 1, no momento da apresentação do modelo de Fábio Wanderley Reis – é uma maneira adequada de apresentar o pano de fundo sobre o qual emergem obstáculos permanentes ao desenho de arranjos federativos robustos. Quanto à caracterização analítica do sistema federativo norte-americano, utilizar-nos-emos do modelo teórico desenvolvido por Jenna Bednar (2007). Este fornece critérios para o estudo do sistema federativo norte-americano como um sistema complexo e ao mesmo tempo permite generalização a quaisquer outros arranjos federalistas e outros sistemas de agregação de preferências. Um contraste entre o modelo de Jenna Bednar e o modelo de Charles Tiebout, apresentado no capítulo 3, merece ser enfatizado. Ainda que sejam semelhantes na mesma pretensão em serem um modelo primitivo para o estudo da relação entre instituições decisórias e produção de utilidade agregada, o modelo de Bednar é uma tentativa de modelar a dinâmica de um arranjo federativo existente, o que leva a especificações que podem

dificultar bastante a tarefa de identificar e modelar “como as instituições mudam e como pessoas e as regras que regem suas vidas co-evoluem”. (*tradução livre*. BOWLES. 2004:468)

O capítulo é dividido em dois momentos. No primeiro, considerações em torno da relação entre as noções ou exigências, para a teorização dentro do escopo de uma teoria democrática das instituições, de eficiência e participação. No segundo, iremos apresentar a experiência histórica do federalismo norte-americano. Este caso permite o embasamento empírico sobre um caso de coevolução entre comportamentos e instituições que originou um sistema institucional robusto e satisfatório na resolução de uma série de conflitos decorrentes dos custos envolvidos na produção e redistribuição de bens públicos de âmbito nacional.

4.1 Eficiência e Participação

Em seu ensaio sobre o federalismo fiscal, Wallace E. Oates (1999) dedica seção ao *tradeoff* entre eficiência econômica e participação ou resultados políticos. De acordo com Oates, a literatura sobre o federalismo que dedica atenção ao aspecto fiscal tece juízos sobre os sistemas federativos de acordo com o critério normativo de eficiência na alocação de recursos e distribuição de renda. Porém, segundo o autor, este não é único critério a ser considerado para a avaliação dos sistemas federativos, assim como o não é o único critério na escolha de governos sob tais sistemas. Para Oates, outro critério de suma importância a ser observado na avaliação de pactos federativos, é a guarda e expansão das garantias quanto à participação dos cidadãos no sistema político e a proteção de direitos individuais. Não por menos, a estes valores nenhum governo que se auto proclame defensor das conquistas liberal-democráticas se oporia publicamente, a não ser de forma velada segundo o argumento contraditório e frequente de defender os direitos de todos através da supressão do direito de alguns.

Há o desafio de alcançar níveis elevados de eficiência na execução de metas governamentais sob a exigência democrática de abertura à participação política. A agenda de crescimento do produto interno bruto tendo como apoio o avanço de setores tradicionais ligados à exploração de extrativismo mineral fornece um bom exemplo de ilustração.

Ao menos uma situação pode ser esperada na superação desse desafio. Problemas decorrem de duas facetas de um mesmo fenômeno: a crescente oposição organizada, no

sentido de uma ação coletiva focada na contestação, e a impossibilidade de concatenar preferências em prol de algum objetivo coletivo que envolva necessariamente grupos com interesses não coincidentes. De acordo com a primeira, todo projeto de eficiência na produção de crescimento econômico baseado em extrativismo mineral a qualquer custo se torna de problemática execução proporcionalmente, linearmente simplificando, ao maior envolvimento das populações das áreas diretamente afetadas. Para que seus interesses sejam contemplados nos projetos de exploração, tornam-se obrigatórias outras vias que garantam o provimento de bem-estar a maiores custos em curto prazo, porém de maiores ganhos ambientais e sociais em médio e longo prazo, ao exemplo das chamadas políticas de desenvolvimento sustentável, identificadas pela preservação de recursos hídricos, florestais e humanos. Governos normalmente se guiam por agendas de ganhos eleitorais ocasionados por políticas de resultados de curto prazo, e a mobilização amparada em toda uma regulamentação de preservação de patrimônio ambiental, histórico e humano eleva os custos e prazos de exploração mineral. A falta de consenso entre os lados em disputa, entre os que defendem o desenvolvimento a quaisquer custos, alegando maiores compensações econômicas como principais vetores de desenvolvimento, e os que defendem o desenvolvimento por via de vetores humanos e ambientais, pode levar a um problema de paralisia de execução. Idealmente a expansão irrestrita à participação popular, na definição das políticas de governo e a contemplação de quaisquer objetivos que se manifestem através do sistema político em correspondência a várias clivagens de interesses, pode levar a uma dinâmica onde cada grupo de interesses, e no limite, cada indivíduo, tornar-se-ão um contrapeso com poder semelhante ao de veto. A emergência de clivagens irreduzíveis a consensos pode levar a interrupção da execução de projetos por conta da incapacidade de se chegar a decisões majoritárias e artifícios como o poder de veto constitucionalmente atribuído aos poderes executivos pode ser a única saída institucional ao impasse.

Em uma tipificação ideal, de ambas as noções de eficiência e participação, no limite há os regimes autoritários – e os regimes totalitários como casos extremos destes – como os mais eficientes por definição, pela imensa capacidade de alocação de recursos financeiros, de violência e humanos, aliada a baixíssimos níveis de contestação popular quanto aos rumos ditados pelos governos. No outro extremo, há a idéia de participação e deliberação popular sobre todas as decisões de alocação de recursos – de alegada inspiração nos procedimentos decisórios da antiga Atenas –, sem experiência histórica moderna no contexto de estados nações com grandes territórios, populações e assimetrias de recursos, ao contrário do primeiro

extremo. O patete irrealismo do segundo extremo talvez seja a licença para a manutenção dos mais diversos argumentos em prol do ajuste rumo a uma postura mais “firme” das instituições estatais com respeito a questões de eficiência nos resultados econômicos, construídas principalmente sobre a popular, e de ímpar simpatia jornalística, noção de “crescimento do produto interno bruto” – uma boa questão a este respeito é o porquê de países com taxas elevadas de crescimento do PIB, próximos ou acima de 2 dígitos, não poderem ser considerados ricos. No entanto, o irrealismo do segundo, o deliberativismo voluntarista, acaba por torna-se a alternativa de norte institucional-político desejável em relação ao primeiro, a lembrar, as ditaduras totalitárias, quando se verifica o peso da herança perversa no caso brasileiro, sem dúvida alguma, do subdesenvolvimento resultante da negligência no cuidado com o desenvolvimento propriamente humano que se perpetuou *pari passu* ao êxito parcial do desenvolvimentismo econômico nas duas ondas autoritárias do século passado, a saber, a ditadura varguista e a militar. No meio desse contínuo, postulemos como exercício de método a possibilidade das liberais-democracias modernas. São justo nelas que se encontram as instituições políticas e econômicas que conseguiram alcançar os melhores níveis de desenvolvimento humano – obviamente sem entrarmos em considerações sobre os limites impostos pela escassez de recursos naturais e a degradação ambiental que surgem, nas últimas décadas, como limitantes cada vez mais imperiosos sobre o crescimento econômico de todas as nações.

Apelos a favor do “governo forte” insulado de pressões e guiado por racionalidade técnica, perdem força gradualmente, do ponto de vista do desempenho econômico (Przeworski *et al.* 2000), quando confrontados com os níveis de desenvolvimento econômico e humano dos países democráticos de capitalismo avançado. Não por acaso, certo é que regimes sob o estatuto de regras democráticas possuem virtudes econômicas: maior incentivo ao investimento, devido à proteção dos direitos de propriedade; alocação eficiente de recursos por permitir livre fluxo de idéias e informação; forçam os governantes a escolherem boas políticas devido a ameaças eleitorais periódicas (Idem).

Em termos institucionais, sem considerar variáveis como valores e preferências sociais, uma explicação do maior e contínuo desenvolvimento econômico e humano de determinados países como os Estado Unidos, Japão e Europa Central pode apoiar-se na existência de instituições efetivamente democráticas, isto é, que vão além da pura existência de regras democráticas constitucionalmente definidas e capazes de processar altas taxas de

contestação política. As garantias democráticas, utilizando-se da tipologia de Robert Dahl (1997), i) liberdade de formar e aderir a organizações ii) liberdade de expressão, iii) direito de voto, iv) elegibilidade para cargos públicos, v) direito de líderes políticos disputarem apoio e, conseqüentemente, votos, vi) garantia de acesso a fontes alternativas de informação, vii) eleições livres e idôneas e viii) instituições para fazer com que as políticas governamentais dependam de eleições e de outras manifestações de preferência, continuamente consolidam-se como valores inalienáveis – independente de quaisquer argumentos pró o desenvolvimento alcançado por reformas autoritárias de sucesso, tendo como maiores exemplos o Chile, durante o período Pinochet, e a China, da década de 1990 aos dias atuais.

Como complemento a breve apresentação conceitual feita acima, desejamos enfatizar que o *tradeoff* entre participação e eficiência é um fenômeno identificável por toda a história da evolução das instituições capitalistas. A história bem ilustra como a exploração humana envolvida na reprodução do capital tornou-se de elemento chave a um empecilho a todo o processo, e, assim, à eficiência econômica. É constatado de longa data que a transformadora acumulação moderna do capital pela maximização da mais-valia relativa precisa de condições que envolvam, dentre outras, o contínuo e maciço investimento em desenvolvimento humano. Não por acaso, a evolução do capitalismo no Brasil, embora tardio, também se alinha a mundialmente difundida institucionalização do capitalismo. Citaremos abaixo um caso dramático já muito conhecido da historiografia brasileira.

No Brasil, no início do século passado, o subdesenvolvimento característico do país aliado à falta de regulamentação das relações de trabalho, garantiam o poder de exploração do capital humano e a manutenção de um dramático quadro social nas capitais dos estados. Como consequência, o cenário político nacional à época foi marcado por crescente número de greves articuladas e desencadeadas pelas organizações sindicais. A regulamentação estatal quanto à determinação de condições mínimas de trabalho para o proletariado, ou a determinação dos limites para a exploração de mais-valia, inicia-se timidamente nas primeiras décadas do século passado, sendo a Consolidação das Leis Trabalhistas, a CLT, em 1937, o marco de referência deste processo.

Na capital de São Paulo, por exemplo, criam-se 7 associações de trabalhadores de 1888 a 1900, 41, entre 1901 e 1914, e 53, entre 1915 e 1929. A consequência, do ponto de vista da geração de demandas sociais, seria igualmente

clara. Os números de greves operárias, ainda na capital de São Paulo, iriam de 12, entre 1888 e 1900, a 81, entre 1901 e 1914, a 107, entre 1917 e 1920. (SANTOS. 1998: 99)

De acordo com Wanderley Guilherme dos Santos (1998), a resposta do poder público à crescente organização e agressividade da força de trabalho resumira-se à pura e simples repressão por via da criação de legislação político-sindical do operariado urbano, principalmente por via da expulsão de imigrantes que traziam da Europa sua experiência de militância sindical. O caráter inegavelmente político assumido pelas crescentes demandas por regulamentação e os poucos resultados alcançados pela repressiva legislação sindical forçou as elites políticas a intervir propriamente no processo de acumulação e reestruturá-lo, não que a repressão fosse menor durante este processo. A série de tentativas de regulamentação feita a partir de 1923, dentre as mais importantes, a do trabalho de menores e de mulheres, de segurança e higiene no trabalho e a Lei de Férias surtiram pouco efeito na esfera da acumulação. Apenas após 1930 o Estado inverterá este estado de coisas, e só após reorganizar substancialmente a esfera da acumulação de capital, é que irá voltar sua atenção para a política previdenciária convencional bem como introduzir inovações regulatórias nada desprezíveis. Dentre as políticas implementadas, destaca-se: a Lei de Sindicalização de 1931, a criação da carteira de trabalho como evidência jurídica para o gozo de todos os direitos trabalhistas em 1932, e a regulamentação da Consolidação das Leis Trabalhistas entre 1937 e 1943. Tudo convergiu no sentido de garantir a realocação de uma mínima parte da acumulação do capital para os gastos sociais, com o fim de, não apenas acomodar as massas de trabalhadoras por via de concessões, como também garantir que o processo de acumulação das empresas instaladas no Brasil, seja de capital nacional, internacional e misto, não se interrompesse (SANTOS. 1998).

Uma vez admitindo o direito de categorias profissionais organizarem-se em sindicatos para a defesa do que considerassem seus interesses comuns e independentemente da tutela do Estado, fixaram-se imediatamente as metas pelas quais passou a lutar a população urbana industrial, a saber, regulamentação da jornada de trabalho, das condições do trabalho (acidentes e hígienes), do repouso do trabalho (descanso semanal e direito a férias) e da participação dos menores e mulheres no esforço de acumulação. Como se percebe, todo o esforço de

regulamentação reivindicada pelas organizações sindicais operárias dirigia-se as condições em que se processava a acumulação, com escasso, se houve algum, interesse por medidas historicamente consideradas como representativas do Estado de bem-estar, isto é, aquelas destinadas a garantir fluxo de renda aos que, por variados motivos, já não participaram mais do processo acumulativo (por exemplo, aposentadoria por tempo de serviço, idade ou invalidez, pensões devidas aos dependentes em caso da morte do membro da família responsável pela sobrevivência desta etc.). Só agora, com o ataque predatório dos materialistas privatizantes, e que parcelas consideráveis da sociedade começam a compreender que esta não existe sem a comunidade que lhe dá sustentação. Os conservadores materialistas acreditam que o nexó monetário é suficiente para garantir a continuidade das instituições que os beneficiam, equívoco que reconhecerão quando o destino os alcançar. (SANTOS. 1998. p. 74-75)

Os elementos de participação acima referidos, como as greves e a instabilidade política delas decorrentes, mesmo sendo uma forma ainda incipiente de participação, são pontos iniciais de um processo crescente e sem retorno, dentro do marco da constituição da autoridade do estado brasileiro para com seus cidadãos. A legitimidade recorrentemente reclamada é que põe o problema da autoridade, já que o estado não deve atenção somente a quem se opõe a soberania, como também deve atenção a quem deve ser legítimo (REIS. 2000b).

Atualmente os movimentos de caráter social exigem que os governos velem pela contemplação de direitos que não se resumem, como no primeiro momento do processo de construção da autoridade (ver capítulo 1), à categoria de “trabalhador”, isso porque houve a ampliação do número identidades sociais que reclamam pelo reconhecimento sob a categoria de “cidadão”. As ações dos governos devem justificar-se, em quaisquer políticas públicas, como suficientemente abrangentes no sentido da promoção de estratos ou grupos específicos, como, por exemplo, os negros, mulheres, crianças, indígenas e homossexuais, como os mais emblemáticos. Isso a princípio implica na dupla implicatura: alteração do *status quo* e expansão o mercado político (REIS. 2000b). E como novo elemento a complicar ainda mais a simples crença no desenvolvimentismo econômico como panaceia, temos, pelo lado da teoria democrática, o diagnóstico de um quadro de crescente ampliação do número de *veto players* (TSEBELIS. 2002), com participação nas instituições representativas, possuidores de capacidade de limitar políticas com objetivo de eficiência a quaisquer custos. Entretanto, com

o aumento destes, temos o potencial aumento da dificuldade em alterar o *status quo*, dada as dificuldades de coordenação do consenso, ainda que o ato de firmar acordos dependa de poucos representantes com capacidade de definição de agenda e de imporem-se hegemonicamente sobre os restantes em uma multifacetada arena política. Temos aí um novo complicador para a tensão eficiência e participação suficiente para manter-se a cautela quanto à capacidade de qualquer sistema político de alcançar um nível superior de produção de bens públicos por via da ampliação da esfera política. Os resultados de eficiência e a ampliação democrática pressionam a discussão em torno, de acordo com José Angelo Machado (2008:449), das “condições gerais a serem contempladas na construção de instituições de coordenação que satisfaçam, simultaneamente, exigências de governabilidade e densidade democrática”.

Para que as instituições públicas sejam satisfatórias na resolução da tensão entre eficiência e participação, observando a exigência simultânea de governabilidade e densidade democrática, Machado (Idem) postula dois requerimentos gerais que devem ser observados. O primeiro é instituir um padrão distributivo que ponha os menos favorecidos em posição superior à auferida sem tais instituições. O segundo requerimento é a incorporação de procedimentos democráticos, transparentes e controláveis, em alguma medida, pelos participantes. Para o funcionamento destas instituições haverá mecanismos de *accountability* vertical e horizontal, dispositivos de contenção de poder e equalização informacional, além de instrumentos punitivos que devem constar do rol a ser incorporado a essas instituições.

4.2 Complexidade e federalismos

Aceitando que a interação entre as noções de eficiência e participação é recorrente a quaisquer discussões que envolvam o desenho de instituições públicas robustas, indaguemos agora por quais meios poder-se-ia aproximar o plano da discussão conceitual da seção anterior ao fenômeno do federalismo, que envolve considerações normativas e operacionais, em seus diversos formatos assumidos no plano da experiência empírica.

Recapitulando algo já discutido ao longo da dissertação, para um sistema ser complexo, suas entidades devem possuir quatro propriedades (MILLER & PAGE. 2007): diversidade ou heterogeneidade, 2) interdependência, 3) conectividade e 4) adaptação e/ou

aprendizado. A um pesquisador não habituado com a literatura sobre sistemas complexos, pode parecer um exercício um tanto exaustivo atribuir a todas as entidades de um sistema as propriedades acima. Mas que um processo metodológico onde se seguiriam etapas rígidas, atribuir tal conjunto de propriedades a entidades é algo que normalmente cientistas sociais fazem com frequência, porém sem a clareza que o conhecimento conceitual auxilia a ter. Antes de adentrarmos em modelo teórico devidamente formalizado e que oferece uma base a desenvolvimentos posteriores de arquiteturas e modelos baseados em agentes de acordo com uma perspectiva complexa, iremos nos manter um passo antes e utilizarmos o que atualmente não está tão em voga entre os que se ocupam das ciências humanas, a tal “imaginação sociológica” defendida por C. Wright Mills. Sem pretensão de ir além de um nível intuitivo e didático, faremos um breve exercício de como se poderia explorar o espaço de possibilidades teórico-causais sobre um fenômeno intimamente ligado a um dos temas do capítulo, o federalismo, explorando a interação entre as suas dimensões estratégicas e valorativas, também discutidas em outros momentos da dissertação, sobre as quais emerge o que chamaremos livremente de uma “cultura federalista” entre os cidadãos norte-americanos.

Iremos supor que todo o aparato institucional do Estado norte-americano possui legitimidade normativa e coercitiva sobre toda a população que vive simultaneamente dentro da fronteira do espaço nacional e particionada entre as jurisdições estaduais. Podemos manter essa premissa da legitimidade para a esfera do arranjo federalista norte-americano ainda que não seja consensual por parte da população norte-americana a atuação igualitária de suas instituições públicas, e realmente não seria difícil encontrar exemplos, a lembrar da situação desigualdade econômica e social enfrentada por suas populações negras, latinas e indígenas tão noticiada por seus próprios meios de comunicação e expressões artísticas como o cinema, a música e a literatura³⁶. Assim sendo, como um fenômeno difuso e persistente, porém não em equilíbrio, pois ele deve ser realimentado, seja por expedientes como a criação de símbolos

³⁶ Em especial, um trecho da obra de Richard Rorty, *Contingency, Irony and Solidarity* possui enorme força de síntese sobre a ambiguidade entre a existência de um governo dito liberal-democrático, um Estado considerado robusto em adaptar-se aos contínuos desafios ao infundável processo de instituição da autoridade (ver o modelo de Reis no capítulo 1) e a desigualdade social vivida pelas minorias dos Estados Unidos. O papel de uma ideologia em consolidar o pertencimento das pessoas a uma nação soberana, aos menos no poder de garantir o igual trato de seus cidadãos, em suas palavras ganha imensa força persuasiva: “Consider, as a final example, the attitude of contemporary American liberals to the unending hopelessness and misery of the lives of the young blacks in American cities. Do we say that these people must be helped because they are our fellow human beings? We may, but it is much more persuasive, morally as well as politically, to describe them as our fellow Americans - to insist that it is outrageous that an American should live without hope. The point of these examples is that our sense of solidarity is strongest when those with whom solidarity is expressed are thought of as “one of us,” where “us” means something smaller and more local than the human race. That is why “because she is a human being” is a weak, unconvincing explanation of a generous action.” (RORTY. 1989:191)

nacionais e campanhas para contrapor os norte-americanos a outras nações, para citar dois, não seria imprudente afirmar que esta legitimidade não pode ser dita como uma contribuição discernível, digamos, em cotas, de todos os estados separadamente ou, em nível de maior precisão, de todos os cidadãos separadamente. E ao mesmo tempo, esta legitimidade doada ao Estado norte-americano, que é um traço do nacionalismo do país, não poderia existir se não houvesse uma legitimidade inicial doada precisamente por seus estados ao fim do século XVIII.

A legitimidade é resultado de uma retroalimentação (*feedback*) positiva a partir de duas instâncias de irradiação que se generaliza e é constituinte da consolidação do moderno Estado americano. A legitimidade consolidada como uma “cultura federalista” possui duas fontes de irradiação: uma primeira é da população enquanto pertencente aos estados federados, com graus de autonomia definidos pela constituição, a outra é a da população enquanto pertencente à união destes. Essa dualidade presente na cultura federalista, não se torna um antagonismo definitivo ao ponto de impedir a consolidação do federalismo, pois as quatro propriedades citadas no início da seção estão operando entre os atores sociais. O fato de atores possuírem uma língua comum em territórios contíguos é preponderante, porém o processo de interação iniciado desde a colonização estabeleceu uma rede de dependência e uma ecologia que favoreciam mais a união do que independência de cada estado. No entanto, a dissolução do pacto e a fragmentação territorial poderiam ter ocorrido. Ora, possuíam diversidade de interesses e poder ligados a suas diferenças de origem, religião, cultura e economia, entre os estados, e, certamente, internamente a cada um havia matizes destas, e, portanto, não podemos supor um processo linear e previsível. A interação dessas características criou um padrão mais ou menos de longa duração que veio a se estabilizar ao fim da Guerra Civil Americana já no século XIX. Não entrando na especificação das circunstâncias políticas, econômicas e sociais determinantes na consolidação do federalismo americano, a adaptação eficiente entre os entes federados, o que envolve um aprendizado do que é coexistir como federação, envolvendo coisas como o respeito à constituição federal, aos três poderes e às decisões da suprema corte, e principalmente a aceitação de todos os cidadãos como pertencentes ao um mesmo país, fez emergir estáveis propriedades macroestruturais não reduzíveis as infundáveis interações entre as partes constituintes, incluindo aí o papel desempenhado por notáveis, como um mero somatório. Por sua vez, a dimensão macro retroalimenta as percepções dos indivíduos favoravelmente, caso o governo central mantenha as exigências de autonomia dos entes e a maior eficiência na produção de bens públicos pela

união dos recursos financeiros, humanos, bélicos e outros dos entes federados, e desfavoravelmente, caso os entes julguem que haja ineficiência e assimetria na distribuição dos custos de produção e dos bens produzidos. Certamente, os juízos avaliativos dos agentes são condicionados por informação limitada e assimétrica, além de noções de justiça distantes de uma clara noção do que seja uma distribuição de bem-públicos, e o bem-estar resultante, em algum sentido que seja próximo a um conceito de solução do tipo Ótimo de Pareto (não se pode melhorar a situação de algum agente sem que isso implique em piora da situação de outro). No entanto, mesmo sob contínua ameaça, a população mantém a crença, traço de sua cultura estabelecida, de que as instituições públicas são capazes de resolver os conflitos com foco no bem-estar geral da população norte-americana, ainda que a espera possa ser longa.

Um sistema complexo se caracteriza por cinco características: 1) imprevisível, 2) produz grandes eventos, 3) robusto, 4) emerge fenômenos de baixo para cima (*bottom-up*), 5) produz novidade (MILLER & PAGE. 2007). Ao explorarmos nosso caso exemplo, a “cultura federalista”, e agora estendendo ao federalismo norte-americano, essas propriedades acima são também identificáveis. O federalismo e sua adoção valorativa pela população foram uma grande novidade histórica, e para alguns autores a grande contribuição americana à política. Não se imaginava até então como poderia existir um governo único em um território tão amplo, e ainda sob um regime de governo considerado degenerado para pensamento político clássico: a democracia. Certamente um grande evento que não pode ser entendido como um acontecimento normal capaz de ser previsto pelo acúmulo de eventos anteriores criados pelo comportamento dos agentes ao nível micro. E por fim é robusto porque mesmo com atores políticos não sendo favoráveis e colocando-se em disputa com os partidários do federalismo junto ao risco dos estados se ausentarem de suas obrigações federativas, o pacto se mantém, e do ponto de vista dos valores, a crença positiva sobre a soberania político-econômica fundada na união dos estados permanece intacta. Se não houvesse suficiente capacidade por parte das entidades constituintes em suprir qualquer falha adaptando-se às novas circunstâncias e gerando novidades capazes de manter o pacto, ele simplesmente teria deixado de existir.

Apresentaremos na próxima seção um modelo que vai muito além do exercício heurístico feito acima, no sentido de dar um passo à frente em formalizar matematicamente e derivar consequências analíticas. Também é interesse o modelo a ser apresentado, pois é fundamentado na história do federalismo norte-americano, e assim consegue conciliar como em uma única interface generalidade teórica e realismo histórico. Ainda que não faça o

exercício de modelar suas premissas por meio de MBAs, a autora fornece um *framework* conceitual que se enquadra em nossa proposta de tentar fazer a leitura de um evento social segundo uma abordagem que usa elementos da teoria dos sistemas complexos. Queremos enfatizar que iremos apresentar os resultados de sua análise, porém não iremos avaliar a adequação de seus resultados em contraste com a literatura de estudos sobre o federalismo.

4.3 O modelo de Jenna Bednar

Jenna Bednar, em seu livro *The Robust Federation: Principles of Design* (2007), demonstra como instituições complementares mantêm e ajustam a distribuição da autoridade entre o governo nacional e o governo dos estados. Esta autoridade limitada importa para prover os bens públicos (defesa nacional, crescimento econômico e adequada representação política) e deve ser defendida da transgressão *oportunist*a. De Montesquieu a Madison, o legado das pioneiras análises institucionais mantém foco sobre o valor da competição entre instituições, tais como a produção de políticas moderadas através da separação dos poderes. Bednar oferece uma teoria recíproca: em um sistema institucional efetivo, as instituições complementam umas às outras; cada uma faz as demais mais poderosas. Diversos, porém complementares *safeguards*, incluídos as cortes, partidos políticos, e as pessoas, ocupam-se de diferentes transgressões, punem em diferentes extensões, e falham sob diferentes circunstâncias. A análise segue para além da concepção de equilíbrio e explica como as regras que alocam autoridade não são fixadas, mas mudam gradualmente. A autora provê uma explicação de caráter holístico da robustez do federalismo. (Idem)

O sistema federativo possui dois tipos de agentes (o estado federal e estados federados) e os governantes dos estados e o governo federal podem tirar vantagens uns dos outros de uma de três maneiras diferentes (figura 13). Os estados podem tentar esquivar-se de suas responsabilidades para com a federação, ou podem se negar a executar políticas federais

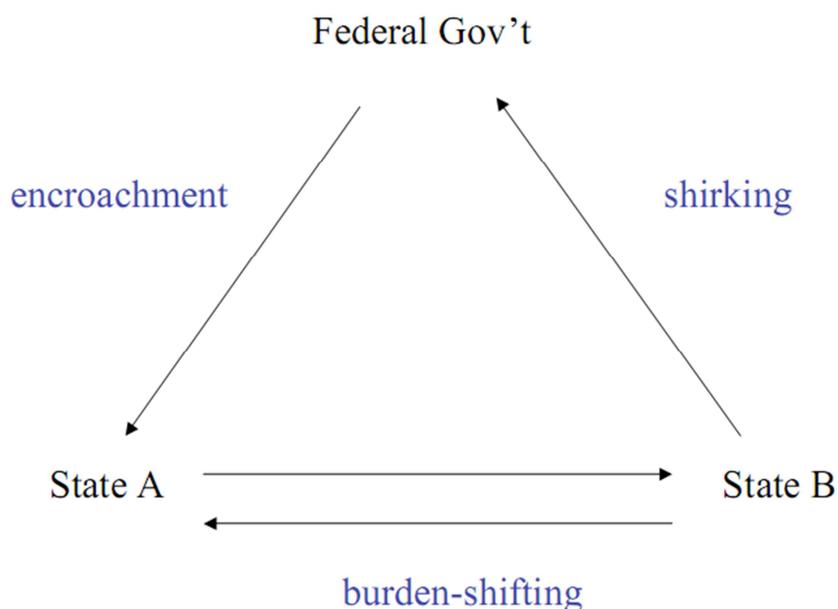


Figura 13 – Tipos de oportunismo (Fonte: BEDNAR, 2005:13)

(*shirk*) ou tomar para si tais políticas, decretando-as a despeito de serem de domínio do poder federal, desrespeitando a divisão de poderes entre os entes. Os estados podem também transferir os custos (*shift the burden*) por meio de fazer com que a união assumira os custos de se atuar sobre a economia – como, por exemplo, criando barreiras para o comércio entre estados, ou impedindo o fluxo de cidadãos e empresas através das fronteiras estaduais. O governo federal pode ser centralizador, usurpando a autonomia dos estados (*encroaching*), ou transferir os custos políticos e econômicos de suas políticas (*shift burdens*) sobre os ombros dos estados (Idem).

O aumento da eficiência geral do sistema depende da limitação destes três tipos de oportunismo, o que não pode ser resumido a um problema de ação coletiva unidimensional:

To frame the federal problem as a single collective action problem grossly simplifies what is instead an interconnected web of collective action problems. Failure to control opportunism along one edge can lead to problems along another. The Federal Problem is not a single public good problem, but a collection of them. To argue that the complex interactions between member states, between the central government and the states, and among the institutions that mediate those interactions such as courts, party systems, bicameral legislatures, and constitutions

can be explained by the same model that captures the grazing of sheep on a common field seems and is a stretch. Overgrazing sheep can be handled by any of a variety of single institutions. But in a federation, if an institutional remedy reduces shirking and burden-shifting, but is not able to contain encroachment, then the federation may become overcentralized as an unfettered federal government takes advantage of the states. Likewise, an institutional structure that is unable to reduce the degree of shirking may become, in Riker's (1964) terminology, overperipheralized: the states will have great advantage over the federal government, and the benefits of coordinated action will be reduced. Partial coverage is insufficient: a successful institutional remedy will be balanced, addressing all three types of opportunism. (BEDNAR, 2005:12-13)

A enunciação do problema básico para o federalismo feito por Bednar (figura 14) é uma continuidade do problema fundamental em torno do *tradeoff* entre eficiência e autoridade discutido anteriormente no capítulo. A exigência de minimizar o oportunismo e maximizar o bem-estar deve ser vinculada à exigência de manter-se certo nível de centralização – que concerne a um nível de concentração de poder e capacidade decisória necessária para um governo ser efetivo no duplo sentido de impedir a conduta oportunista dos estados participantes e alcançar maior bem estar social. E ao mesmo tempo em que deve atentar-se quanto ao perigo de assumir postura centralizadora e estabelecer metas de eficiência que bloqueiem a autonomia federativa e a exigência de participação – isto é, deve-se impedir que, por via da necessidade de impedir o oportunismo, institucionalize tipos de restrição aos atores no processo de deliberação em torno da definição das metas, ou a restrição da efetividade da ação destes atores por via de algum tipo de forma de cooptação por via de compromissos partidários prévios e concessões do governo central.

A chave contra o oportunismo dos estados seria um sistema de caráter descentralizado que vincula diversos *safeguards* identificados e agrupados por Bednar (2007) em 5 tipos:

- i. Estruturais: São formais, geralmente constitucionais e institucionais, tais como separação de poderes em um governo federal, uma legislatura bicameral e a participação dos entes nas decisões federais. *Estructural safeguards* geralmente impedem o governo federal de ingerência nos estados, mas tem pouco potencial de alterar o comportamento dos estados.
- ii. Populares: Controle da população, por exemplo, pelo voto. A democracia facilita aos cidadãos mudar seus governantes através do método não-revolucionário da eleição. Quanto

mais competitiva democracia, mais provável que os governantes eleitos concordem em aceitar os limites do federalismo. Idealmente, cidadãos irão vigiar ambos os níveis de governo, atentos às invasões sobre os poderes uns dos outros. No entanto, os cidadãos não podem evitar que os estados evitem os custos de produção dos bens públicos sobrecarregando os demais; na verdade, eles são a motivação primeira pela qual os estados venham a agir assim.

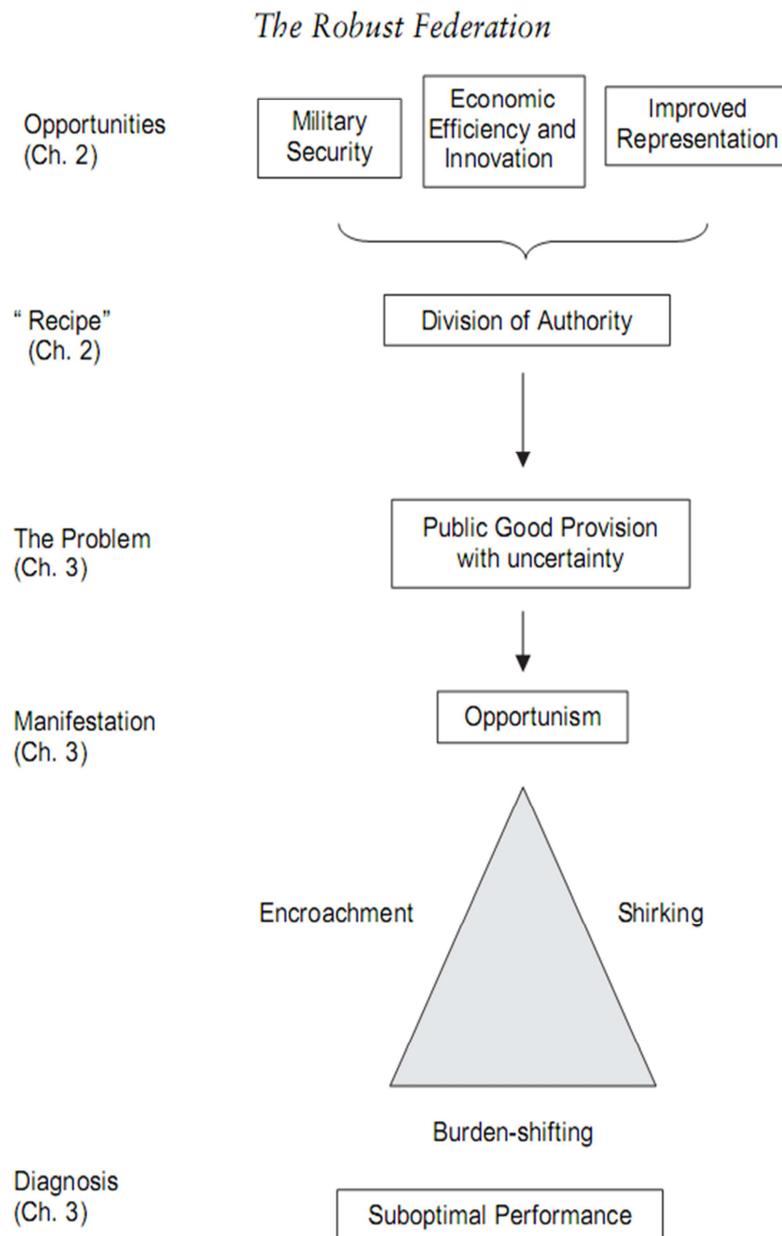


Figura 14 – O problema básico do Federalismo. (BEDNAR. 2007:10)

iii. Políticos: São instituições que emergem como uma consequência de instituições formais, tais como a legislação eleitoral. O sistema partidário é um exemplo de *safeguard* político. Os efeitos de um sistema partidário dependem seu tipo de organização e características. Enquanto sistemas partidários centralizados irão reprimir oportunismo de iniciativa dos estados, um sistema descentralizado pode reduzir a ingerência porque as questões locais tornam-se vitais para os interesses eleitorais dos agentes. Partidos políticos criam interdependência entre os níveis de governo federal e dos estados – e no caso brasileiro podemos acrescentar os municípios.

iv. Judiciais: Embora as regras constitucionais que regem o comportamento estão disponíveis como orientações para quaisquer outros *safeguards*, o judiciário é diretamente cobrado pela revisão constitucional da ação do governo e, portanto, está em melhor posição para definir os limites dos demais *safeguards* de acordo com a divisão formal da autoridade. No entanto, o judiciário também tem desvantagens, principalmente, sua dependência de outras instituições para punir e a desconfiança pública de que não representa o sentido cidadão da Constituição.

Junto a estes, o mais primitivo dos *safeguards* e o menos efetivos:

v. Intergovernamentais: Fiscalização e tomada de ação pelos próprios entes. Por trazer custos focados sobre os agentes que agem segundo este princípio, pode levar a opção de saída do jogo por alguns participantes caso os demais recusem a cooperar. Pode gerar antagonismos e hostilidades entre governantes, com um potencial para evoluir para uma guerra civil.

Não são novos tais *safeguards*, e muitos estão indicados na literatura e na constituição desde a declaração de independência norte-americana. O que é de interesse, para o modelo é como eles deviam ser pensados. Certamente isoladamente não seria o correto, pois a federação depende de todos simultaneamente. Cada *safeguard* deve funcionar junto aos outros, de forma complementar, sobre particulares formas de transgressão. As condições que levam a uma inicial composição deles mudam sobre o tempo, e novos desafios surgem.

A federação para ser robusta deve adaptar-se eficientemente à pressão oportunista de agentes autônomos orientados a maximização de seus interesses regionais. Evitando considerar uma ingênua situação em que há nível de integração cooperativa entre os estados por meio da vinculação destes com alguma ideologia ou cultura nacionalista total, pode-se perfeitamente considerar que os estados procuram ser oportunistas no sentido de evitarem que

outros estados lhe joguem sobre os ombros os custos da produção dos bens-públicos sociais mais do que a maximização dos ganhos sociais e econômicos de suas populações. Uma posição defensiva por parte dos agentes é também justificada pela falta de informações suficientes sobre o comportamento dos outros estados. Tendo em conta isto, as dificuldades em projetar federações robustas são muitas. Além destas premissas sobre os agentes do modelo, o modelo terá as seguintes características constitutivas: uma alocação ótima de autoridade, a identificação dos limites de comportamento oportunista aceitável, permitir flexibilidade ao sistema para adaptar-se da melhor forma a contingências, e possuir um conjunto de *safeguards* para punir transgressões.

Bednar chega a duas conclusões com o auxílio do seu modelo: primeiro, que a existência de demasiado oportunismo é prejudicial para a união; segundo o fato de que o oportunismo não pode ser inteiramente eliminado e possui efeitos benéficos para a federação. Da segunda conclusão, ela sugere a seguinte proposição. Dadas às limitações em nosso entendimento de como se deve distribuir a autoridade, assim como o entendimento de como se dão alterações nos meios institucionais e sociais e as adaptações mais condizentes a estas alterações, um oportunismo menor pode ser útil para explorar o espaço de arranjos possíveis, favorecendo descobertas de melhores caminhos para distribuir autoridade. Pequenos desvios governamentais podem indicar acomodações de poder mais produtivas no fim das contas. É o caso do estado que desobedece a União para maximizar o ganho fiscal unilateral, por motivo de alguma alteração de conjuntura, e acaba por explicitar deficiências de alocação de recursos entre estados. Isso é uma oportunidade para a adaptação eficiente.

Bednar reconhece, entretanto, que o oportunismo sempre será um desafio fundamental para uma federação. A tolerância continuada de significativo oportunismo significa que união retorna menos para seus membros, contra a eficiência esperada de um arranjo federativo. Quando a união cresce mais produtiva, retornando mais para os seus membros, a saída justificada do arranjo será menos interessante. Então, o objetivo do desenho institucional é construir *safeguards* que aumentem a obediência para aumentar a produtividade.

Dada à sua conclusão contra-intuitiva dos efeitos benéficos da existência do oportunismo para o federalismo, Jenna Bednar procura dar uma justificativa para o motivo dos modelos correntes não conseguirem compreender como determinados níveis de oportunismo são aceitos e se perpetuam no sistema. Segundo a abordagem de Bednar, o federalismo é caracterizado como um sistema com *issue-linkages* que oferecem oportunidades

para compromissos. Estudos focando sobre um único aspecto do federalismo perdem isto – seja o fiscal, ou promoção da competitividade de mercado entre os entes, ou do *accountability*. Nestes estudos, qualquer concessão, seja pelo governo nacional ou pelos estados, aparece como um jogo de soma zero, o que não explicaria como um jogador que perde, ou assume parcela considerável dos custos, continua a fazer parte da federação. A multidimensionalidade da federação ajuda-nos a entender isso.

Mesmo quando uma unidade cede sobre uma questão, ela ganha em outra. E mesmo quando o desempenho não é maximizado sobre todas as questões, as federações robustas são hábeis em *tradeoffs* que deixam todas as unidades em melhor ganho do que fora do pacto. Esta multidimensionalidade faz o compromisso entre os entes mais acessível. Isto explica porque as unidades aceitam a federação, sacrificando suas autonomias, quando elas poderiam apenas juntar-se em um pacto de defesa ou uma aliança comercial. Mas, uma vez que as federações aceitem certa distribuição de autoridade, elas se guardam da violação desta.

4.4 O federalismo robusto e a teoria democrática

O modelo de Bednar define o federalismo como um meio de alcançar-se bem-estar e a interação multidimensional permiti acomodar a diversidade de oportunismos próprios da ação coletiva ao qual qualquer mecanismo de provisão de bens-públicos está sujeito, sem postular a situação ideal de ausência de oportunismo e eficiência ótima. Em um federalismo robusto o desenho institucional se abre à acomodação e processamentos de interesses conflitantes via ação coletiva, e não apenas esperando situações ideais de cooperação voluntarista, ou mantendo intocáveis espaços “legítimos”, nas entrelinhas jurídicas, de manobras de cooptação política e a repressão violenta de preferências desviantes de um *status quo*. Para Machado (2008:452):

Questões como aperfeiçoar a responsividade das agências constituídas para implementar políticas intergovernamentais junto aos entes em parceria, dar mais transparência e visibilidade aos pactos firmados ou fixação do poder de veto para determinadas decisões compõem medidas que traduzem a extensão da problemática proposta sob a vertente procedimental da Teoria Democrática ao funcionamento dos mecanismos de coordenação federativa.

Algo próprio do modelo, que pode ser lido como um limite por algum pesquisador, é que ele é suficientemente abstrato para que se possam fazer inferências sobre casos concretos. Certamente, ele é uma abstração de elementos presentes no modelo norte-americano. Porém essa característica também pode ser lida positivamente como flexibilidade à adaptação às condições específicas do federalismo a ser estudado. O mais correto, para nós, é entender seu nível de abstração como recurso heurístico para o exercício de construção de modelo teórico com pretensão a explicar quaisquer manifestações do fenômeno em pauta.

Outra característica é que o modelo se alinha às críticas aos modelos que não incorporam agentes intencionais que perseguem seus interesses conflitantes através de ação coletiva. Bowles (2004) situa esse ponto:

The major shortcomings of stochastic evolutionary game theory as an account of real historical processes of institutional change are two. First, the relevant theorems about the characteristics of robust institutions apply only when the rate of nonbest-response play is arbitrarily small.

Second, it neglects the important part played by collective action in the process of institutional innovation and transformation. It was not a fortuitous piling up of unlikely accidents that doomed apartheid or Communism, but rather a combination of chance events and the deliberate and coordinated actions taken by reasoning individuals seeking to live under other institutions.

For this reason I augment the stochastic framework by introducing players who intentionally pursue conflicting interests through collective action. Using this extended model, I explore the long-term persistence of equal and efficient conventions when less efficient and less equal conventions are also feasible. The dynamics supported by intentional rather than accidental nonbest-response actions are not the same, and models incorporating intentional action in pursuit of common interests suggest that while more efficient and more equal institutions are indeed favored by this evolutionary process under some conditions, it is also true that inefficient and unequal institutions can persist over very long periods of time.
(BOWLES, 2004: 405-406)

Isso necessariamente irá introduzir problemas de coordenação e resultados frequentemente distantes de um ótimo. A heterogeneidade dos agentes é suficiente para criar

quaisquer tipos de complicações para modelos que se orientam no sentido de equilíbrios e resoluções permanentes, e finais felizes. Como um dos efeitos esperados, porém com alto grau de incerteza, pois se trata de dinâmicas não lineares e, de acordo com as quais, não podemos antecipar sua evolução e o fenômeno emergente, é a novidade institucional tal qual a citada por Bednar. Isso retroalimenta as interações, e o processo de inovação se mantém contínuo. Não é a toa que a acomodação da novidade social, também traduzível como adaptação e aprendizado, deve ser um traço das instituições robustas, pois sem as quais a institucionalização da autoridade será precária (ver o modelo de Fábio Wanderley Reis, capítulo 1). Para reforçar o nosso juízo sobre a adequação da discussão feita por Jenna Bednar aos nossos propósitos, citemos um trecho onde a autora lista potenciais fontes de falhas na distribuição de autoridade em um sistema federalista:

First, social science is imperfect. Designing the allocation of authority is a great problem in social engineering. People are not atoms; their actions and reactions surprise the institutional engineer. A perfect design would demand a perfect understanding of how people will react to complex, interdependent incentives, but for all of its advances, the scholarship to date has only an imperfect understanding of the relationship between the distribution of authority and the union's ability to reach its potential. Second, any distribution of authority implies compromise. Not all objectives are complementary; pursuit of some ends compromises a union's ability to pursue others. If the union is evaluated only along the dimension that is sacrificed, its performance will appear lackluster. The third reason is a natural extension of the second: with heterogeneity in the population, some will prefer one distribution over another because of the asymmetric consequences. Subgroups within the population would rank potential distributions of authority differently. A fourth reason for poor design further extends this thought: the adoption of the distribution of authority may be affected by power asymmetries.
(BEDNAR. 2007: 7-8)

O cenário descrito por Bednar acima é suficiente para sintetizar que se caso aceitarmos que a dinâmica federalista deve ser interpretada de um ponto de vista complexo, justifica-se migrar para metodologias, conceitos e linguagens que nos permitam expressar tais dinâmicas.

Como tentamos deixar claro nos capítulos anteriores, antes de se partir para o uso de metodologias tais como modelos baseados em agentes ou teoria dos jogos evolucionária,

deve-se procurar ter clareza sobre quais elementos e respectivos comportamentos deseja-se modelar. A pesquisa empírica quantitativa e qualitativa e o desenvolvimento de *framework* conceitual auxiliam a proposição de cenários teórico-causais a serem operacionalizados por metodologias de simulação, tais como MBAs.

CONCLUSÃO: NÓS E AS NOSSAS OBRAS

Em qualquer parte da história humana, encontramos um condensado de todos os atos de todas as pessoas, seja pelas mãos de anônimos, seja pelas mãos de notórios. Tudo que pode ser dito obra humana, como o próprio homem, perpetuou-se, perdeu-se, recriou-se; tudo desde as cotidianidades fugazes a portentosas instituições. Tudo isto é, certamente, imensamente grande para o entendimento, e não totalmente impenetrável, pois é nossa obra. Bem próximo de nós, a cada momento, sabemos o que fazemos, julgamos o que os outros fazem e intuitivamente sabemos que o mundo se estrutura a parti de cada ação – e por isso a angústia e não a naturalidade diante de uma situação de impotência. E se não sabemos muito bem o porquê de eu ou você agirmos de uma dada maneira, olhamos para nossa volta e encontramos as grandes instituições humanas prontas para nos ajudar caso quisermos adentrá-las e entender como impactam todos nossos atos. O que há entre nós e as instituições? O que está “entre”?

O reino da necessidade, a ação intencional e as instituições são igualmente complexos e acessíveis a todos em algum grau de especificidade, sempre de acordo com a maneira pela qual os percebemos e os atribuímos sentido. Essa atividade não absorve o mundo por inteiro, e sim seleciona alguns traços de uma realidade absurdamente complexa e os organizam de maneira inteligível – apenas o rosnado feroz de um cachorro é suficiente para fazer-nos afastar, da mesma maneira que um único sorriso amigável na maioria das vezes permiti-nos inferir cordialidade. Esse substituto do mundo real, simples e eficiente, é chamado de modelo. A maioria deles, nos já os construímos inconscientemente, dado que são necessários ao nosso entendimento e a razões ainda mais básicas ligadas à própria sobrevivência. Todas as pessoas possuem, em algum grau de especificidade, explicações para o que normalmente fazem, também sabem que seus corpos, como as estações, possuem comportamentos que se mantêm, e quanto às instituições, sabem o peso que possuem e o que lhes acarretam sobre suas vidas se ignoradas ou se enfrentadas. Este é ainda um conhecimento prático das coisas humanas constituído através da experiência diária e contínuo refinamento de nossos modelos – a convivência com cachorros e pessoas nos ensinou a temer rosnados e a desejar sorriso. O bom ajuste a um estado de coisas, supõe flexibilidade e adaptabilidade dos modelos. Se forem suficientemente rígidos à novidade, não se sustentarão caso o mundo em que se vive é ditado pela novidade perpétua. E nesses mundos, se forem flexíveis em demasia, qualquer novidade que surja pode igualmente levar à indecisão e paralisia de tomada de ações emergenciais e de ações mais comprometidas com resultados de mais longo prazo. No entanto, modelos mais

elaborados requerem lidar com restrições mais estruturadas: sempre haverá limites aos nossos modelos decorrentes dos nossos limites cognitivos e informacionais, e estes ligados ao nosso meio social: estratificações de ordem cultural e econômica são determinantes dos primeiros. Sempre quando para compreensão de determinados fenômenos se requer mais do que conhecimento de entidades mais básicas como as pessoas e os objetos de uso diário, os quais permeiam toda a nossa experiência cotidiana, outros modelos são requeridos. Os artifícios criados para superação desses limites sempre revoluciona, por sua vez, a experiência cotidiana.

Bem, toda a complexidade, a princípio, pode ser simplificada em modelos para ser entendida. E isto implica em haver um modelo para qualquer complexidade. Quais seriam os modelos utilizados pela ciência para entender os objetos, ou complexidades, de seu interesse? Sabemos que o entendimento humano vale-se de um *continuum* entre a experiência mais imediata, sem intermediação de linguagem simbólica, a relações conceituais de alta abstração, leia-se aritmética avançada (*higher arithmetic*). Dos modelos que se utilizam de linguagem simbólica, os dois tipos de representação mais utilizados são a verbal e matemática – outros tipos como linguagens gestuais e sonoras podem ser usados para formas ainda mais específicas de modelagem, principalmente para a expressão de fenômenos ligados à experiência sensorial e psicológica das pessoas. A ciência, que se orienta fundamentalmente na construção de modelos explicativos, utiliza ambas as linguagens de maneira revolucionária, ampliando a capacidade expressiva que possuem na direção torná-las um ferramental de alto nível de abstração conceitual, e a partir delas criarem outras, ao exemplo das linguagens algorítmicas computacionais. A física, tida como paradigma mais canônico de ciência moderna, é amparada por ferramental conceitual que a permite expressar relações causais de fenômenos de ordens de grandezas subatômicas a astronômicas. E somente esse acúmulo conceitual permitiu aos físicos e astrônomos tecerem teorias explicativas sobre a origem e comportamento de quarks e buracos negros, não obstante o limitado controle experimental desses objetos, derivando resultados de sofisticados teoremas construídos com a rígida axiomática da aritmética. Certamente que as outras grandes ramificações do conhecimento humano moderno, estabelecidas academicamente, como as ciências biológicas, químicas, geológicas e humanas, se situam nesse *continuum* de modos de expressividade. Deixemos, no entanto, a questão: se a física pode elaborar modelos que prescindem de uma descrição verbal do comportamento do mundo dos corpos, poderia também ser permitido às ciências humanas o mesmo recurso?

Quando nos debruçamos nos objetos de interesse das ciências humanas, qual seria o modelo adequado? Como o Estado, os mercados e as pessoas como seres morais podem ser modelados? É imensa a quantidade de modos. Tanto pormenorizadas descrições verbais das condutas individuais de crianças em uma creche quanto uso de estatística inferencial e modelos matemáticos para o entendimento da dinâmica de crescimento populacional são utilizados pelas ciências humanas na construção de seu conhecimento – o que não deve ser entendida segundo uma distinção antagônica, fictícia e empobrecedora, recorrente ao menos entre os cientistas sociais brasileiros, entre modelos quantitativos e qualitativos. E tanto uma via metodológica quanto a outra permitem modelos gerais. São restrições à generalidade a informação disponível e as suposições teóricas: dados de um censo permitem mais generalidade do que dados amostrais e suposições sobre o comportamento humano são mais gerais do que suposições sobre o comportamento das pessoas de um povoado. Como obviamente não podemos ter um modelo da sociedade tal como ela mesma, a escolha de um nível de generalidade possui como consequência a renúncia de um nível de especificidade, assim como contrário: no limite ou perde-se o que é específico de cada pessoa, os elementos definidores de sua individualidade, ou perde-se o que há de comum a todas as pessoas e permite defini-las como participantes da noção de humanidade – intuitivamente, a defesa de Robert Merton das teorias de médio alcance é boa candidata a critério de decisão na definição do adequado *tradeoff* entre empiria e generalização conceitual-interpretativa. Ao fim dessas breves considerações, fica a afirmação de que a clareza sobre quais traços do objeto de interesse e como isso pode ser isolado das demais dimensões que o compõe vai informar os métodos de pesquisa e paradigmas teóricos adequados. Jenna Bednar aponta na mesma direção quando específica os limites de uma teorização para o entendimento de um aspecto do federalismo, seu objeto já discutido no capítulo 4:

In order for any safeguard — structural, political, or judicial — to deter free riders and therefore encourage productivity, it must establish a threshold that when crossed, triggers a punishment. On paper, we can derive the efficient threshold and punishment combination which induces the maximal degree of compliance or cooperation possible, and minimizes shirking. But real safeguards are not designed by theorists. Rather than being the passionless, detached referees of theory, the safeguards are composed of people with ambitions, idiosyncrasies, and weaknesses. The real people behind the triggers may set the threshold and

punishment for private reasons, pulling the mechanism away from optimality.
(BEDNAR. 2005: 16)

A autora, como qualquer pessoa, sabe que todos nós possuímos ambições, idiossincrasias e fraquezas e, como cientista social, sabe que estes fatores devem ser considerados como resíduos em quaisquer modelos desenhados com o objetivo de determinar a solução ou o conjunto de soluções ótimas para o equilíbrio de sistemas, que no caso da discussão de Bednar, seria o ponto onde se alcançaria a maior produção de bem-estar social pela minimização do nível de oportunismo dos entes federados. São resíduos pela impossibilidade técnica de trazer para a composição de um modelo todos os matizes de personalidade e correspondentes comportamentos existentes nos conjuntos amostrais escolhidos. Como é de se esperar, aceitar como um pressuposto a tentativa dos governos maximizarem a utilidade de seus eleitores e a situação decorrente dele, a saber, a constante ameaça ao fim superior do federalismo, o de proporcionar o maior bem estar aos cidadãos em uma federação de estados com interesses muito das vezes conflitantes, implica em renúncia de outros aspectos igualmente importantes do fenômeno. A redução da heterogeneidade comportamental a tipologias como egoísta e cooperador, é compensada pelo ganho em operacionalização teórica e técnica na resolução de questões concernente ao bom desempenho das instituições. No entanto, não poderíamos, por fim, deduzir que não precisamos nos comprometer com a construção de modelos com múltiplas dimensões – normalmente entendidos como mais “realistas” –, o que, aliás, também não é sugerido por Bednar.

Durante toda dissertação, tentou-se justificar a opção metodológica dos modelos baseados em agentes por permitir a expansão do que chamarei aqui de “fronteira metodológica”, ao menos em relação aos métodos canônicos para o entendimento do problema da produção de bens públicos. Trata-se de um aumento tanto do nível de realismo quanto de aumento de poder operacionalização técnica, ilustrado graficamente abaixo por um plano cartesiano que possui em cada eixo uma dessas noções e uma curva negativamente inclinada que os corta e representa continuamente todas as combinações possíveis entre realismo e operacionalização (figura 15, próxima página). Ao se desenvolverem metodologias que consigam aumentar os níveis de operacionalização de premissas teóricas junto ao um aumento do realismo destas, aqui entendido como mobilizar mais dimensões, a curva se expande para direita (F_3), e caso contrário, temos uma retração da fronteira metodológica (F_1). Aceitamos que o conhecimento científico é um processo cumulativo, e por isso F_1 tornar-se

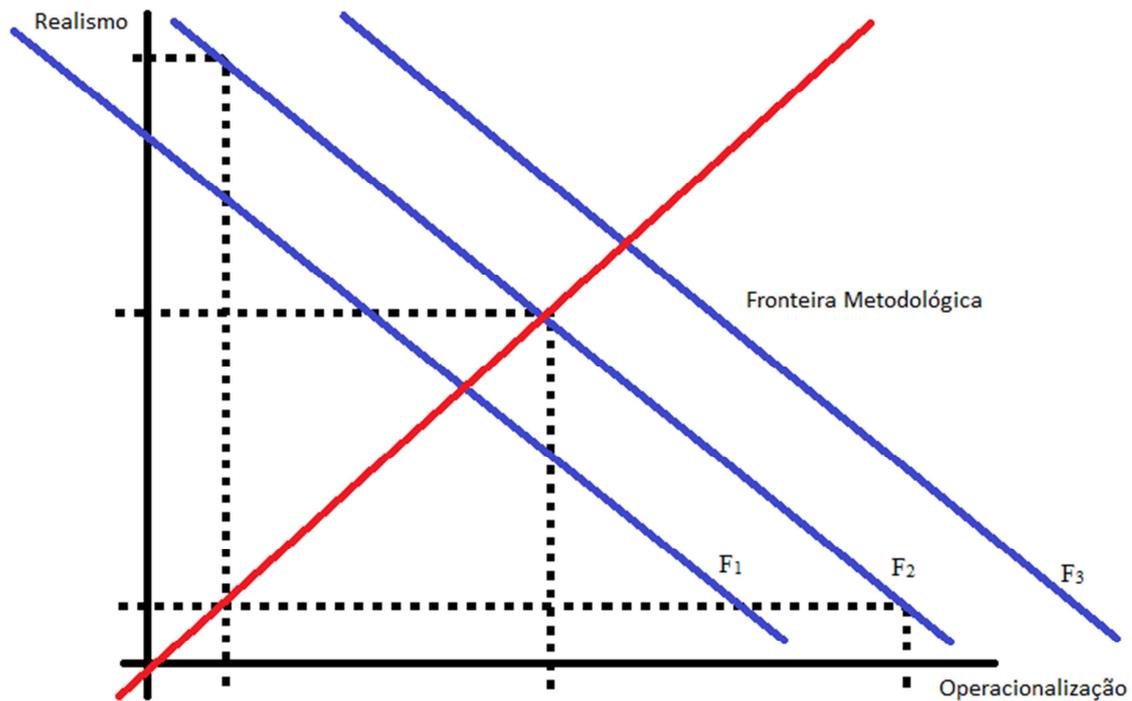


Figura 15 – A Fronteira Metodológica

quase impossível de acordo com o referencial histórico dos últimos cinco séculos, ao menos que ocorra fatos realmente improváveis como cataclismos de proporções apocalípticas devastando toda infraestrutura das sociedades modernas ou a conversão da humanidade a alguma religião fundamentalista que apregoe um retorno aos primórdios da civilização, época à qual o pensamento científico não era sequer uma possibilidade. A contínua expansão da fronteira metodológica é um processo observado desde o início da época moderna, sem nenhum período de retrocesso a níveis anteriores.

Não que modelos matemáticos canônicos e os conceitos de estratégias e equilíbrios da teoria dos jogos não fossem por si suficientes para elucidar questões – não atoa, é a ortodoxia. O que houve foi um surgimento de um paradigma teórico com uma nova definição de objeto como sistema complexo e o desenvolvimento de linguagens computacionais e hardwares de computador poderosos o suficiente para sairmos em duas décadas do tabuleiro de xadrez de Schelling (70s) para as sociedades artificiais de Epstein e Axtell (90s), e hoje chegando a plataformas de simulação de agentes capazes de incorporar processamento de dados empíricos em tempo real colhidos via web e satélite (fim dos 2000s em diante). Outra reserva importante é não confundir avanço em realismo com aumento de complexidade. A complexidade é um resultado do modelo e surge da interação de entidades com as seguintes propriedades, a

lembrar: diversidade ou heterogeneidade, interdependência, conectividade e adaptação/aprendizado. Um modelo que fosse “complexo”, talvez no sentido de complicado, somente traria confusão ao modelador que dificilmente conseguiria distinguir qual parte do modelo estaria causando os resultados observados. Para uma defesa da simplicidade, citemos o economista David Romer. O autor faz uma defesa da simplicidade e da ausência de um “compromisso realista” como uma virtude que facilita o entendimento, procedimento comumente encontrado em modelos macroeconômicos canônicos tal como o modelo de crescimento exógeno de Robert Solow (1956):

Since this is the first model (of many!) we will encounter, this is a good place for a general comment about modeling. The Solow model is grossly simplified in a host of ways. To give just a few examples, there is only a single good; government is absent; fluctuations in employment are ignored; production is described by an aggregate production function with just three inputs; and the rates of saving, depreciation, population growth, and technological progress are constant. It is natural to think of these features of the model as defects: the model omits many obvious features of the world, and surely some of those features are important to growth. But the purpose of a model is not to be realistic. After all, we already possess a model that is completely realistic – the world itself. The problem with that “model” is that it is too complicated to understand. A model’s purpose is to provide insights about particular features of the world. If a simplifying assumption causes a model to give incorrect answers to the questions it is being used to address, then that lack of realism may be a defect. (Even then, the simplification – by showing clearly the consequences of those features of the world in an idealized setting – may be a useful reference point.) If the simplification does not cause the model to provide incorrect answers to the question it is being used to address, however, then the lack of realism is a virtue: by isolating the effect of interest more clearly, the simplification makes it easier to understand. (ROMER. 2006:13-14)

Como uma última consideração, um modelo baseado em agentes normalmente é uma ferramenta de apoio que serve para provar suposições de uma teoria. Não possui a pretensão de replicar o mundo ou servir de instrumento para antecipação de situações futuras. É uma linguagem a mais para representação de um estado de coisas pelo pesquisador segundo algum conjunto de noções e conceitos. E não por menos, ela se insere no contínuo processo de

desenvolvimento científico. Os ganhos em método e teoria que esta abordagem pode trazer para o nosso campo científico estão em uníssono com um procedimento comum na história do desenvolvimento da ciência, a tese forte de que há superação de limites no conhecimento científico pela adoção de um novo sistema de representação do mundo. Como um exemplo definitivo retirada da história do conhecimento humano, a criação da geometria analítica, com o auxílio de equações lineares, por Descartes, foi responsável pelo fim de quase dois milênios de reinado da geometria euclidiana e do lento desenvolvimento das ciências, que se dava unicamente pelo método experimental de tentativa e erro. O espaço, antes de Descartes, estudado por instrumentos como régua e compasso, tornou-se grandezas vetoriais que permitiram, dois séculos depois, todo o universo físico, das grandezas infinitesimalmente pequenas às infinitesimalmente grandes, ser representado por meio das funções diferenciais e do cálculo com sua revolucionária noção de limite e regras de diferenciação e integralização. Toda a ciência moderna e um novo mundo emergiram de uma mudança de representação.

O que há entre?

Para John Miller e Scott Page (2007) uma visão do mundo segundo os sistemas adaptativos complexos permite explorar o espaço entre comportamento simples e estratégico, equilíbrio e o caos, pares de agentes e infinitos agentes, controle e a anarquia, e tantos outros casos nos quais desconhecemos as relações entre extremos, soluções para casos intermediários e abundam paradoxos.

Throughout the social sciences we have fallen into this odd numeracy. We assume agents that are either hyper-rational and informed or completely myopic. We consider models where time is instantaneous and place non-existent. We represent our agents by a single prototype or have a world filled with so much heterogeneity that it results in unstructured noise. Our agents are either left isolated or are completely connected to one another. We seek an equilibrium in a system fraught with change. (MILLER & PAGE. 2007:228)

A idéia “The Interest in Between”, dito ser, por Miller e Page, o tema central da obra deles, foi apropriado por mim de maneira pessoal com o fim de lançar algumas conclusões

sobre as relações entre as noções centrais da dissertação, ou o espaço “entre” agentes e as instituições.

Retornando à questão do primeiro parágrafo: o que há “entre” as pessoas e as instituições? Há um espaço onde elas se confundem, e não podemos distinguir analiticamente quando pessoas não são unicamente a expressão de regras e normas institucionais e instituições não são uma multidão de pessoas agindo de forma coordenada. No entanto, sabemos que as instituições são capazes de permanecer idênticas por séculos sem que um homem comum consiga introduzir qualquer mudança e não se alteram quando uma pessoa deixa de existir ou a abandona. Mas também sabemos que homens agindo coletivamente são capazes de refundar as instituições políticas, uma religião oficial e o próprio idioma. Os casos extremos das revoluções sociais e da permanência milenar são imagens didáticas dos resultados não intencionais da relação contínua entre pessoas e instituições em determinação mútua, ou nos termos de Bowles, há um *coevolução* comportamentos individuais e as instituições. Então, como sair do nível dessa constatação cabal e alcançarmos modelos científicos capazes de isolar as relações mais significativas entre pessoas e instituições na explicação de fenômenos sociais? Precisamos de dois recursos ou condições básicas: uma teoria e uma metodologia. Na dissertação foram eleitas duas: a teoria dos sistemas complexos e os modelos baseados em agentes. Os SACs e os MBAs foram exaustivamente citados ao longo da dissertação de maneira que se faz desnecessário retomar a discussão sobre eles, e também não teríamos nada de substancial a acrescentar. Uma breve recapitulação será feita dos capítulos identificando como, através das duas condições, discutimos o que há “entre”.

A discussão teórica não assumiu explicitamente nenhuma hipótese de trabalho. Se houvesse algo próximo a uma, ela assumiria a seguinte proposição. Tanto os conceitos da teoria dos SACs quanto os *proxies* que os MBAs permitem as ciências sociais construir representações mais adequadas de uma série de situações sociais pertencentes à classe de fenômenos ligados a problemas de coordenação entre indivíduos e consequentes níveis de debilidade ou eficiência na produção de bens públicos. O ponto de partida foi definir qual tipo de ação ou comportamento seria distintivo de agentes sociais não unicamente orientados à maximização de utilidade, de maneira a proporcionar mais realismo ou multidimensionalidade à operacional e, no entanto, empobrecedora simplificação tão comum à economia neoclássica. Aceitar a noção de ação social como uma ação de tipo “comunal”, segundo a leitura feita por Fábio Wanderley Reis do conceitual weberiano, foi o caminho escolhido. Por via desta noção,

Reis traz à baila a dimensão que os modelos canônicos da *public choice theory* ignoram e lhes impedem de dar interpretação satisfatória a dilemas de ação coletiva: “o caso em que o indivíduo age em função de uma norma interior que lhe prescreve o interesse coletivo correspondente” e “a idéia de solidariedade e da ação nela fundada (...) que altera os termos do problema discutido por Olson, permitindo situar fenômenos que a escrita perspectiva de interesses individuais tende a obscurecer” (REIS. 2000b:128-9). Apesar dos capítulos remeterem sempre a este tipo de ação social como alguma espécie de critério pelo qual validássemos a utilidade dos modelos explorados para o campo das ciências sociais, o que se constatou foi, que além deste, há outros elementos presentes nos modelos que são de igual interesse. A seguir, essas contribuições serão citadas na respectiva ordem dos capítulos em que aparecem.

Elinor Ostrom (1998), utilizada no primeiro capítulo, introduz a idéia de que a cooperação necessária para a resolução de dilemas do tipo do prisioneiro depende de elementos de ordem estrutural e não unicamente da predisposição inicial dos agentes. São as variáveis estruturais citadas por ela: número de participantes envolvidos, se o bem a ser produzido é do tipo exclusivo ou compartilhado por todos, heterogeneidade dos participantes, comunicação face a face, tipo da função de produção do bem público, informação sobre ações passadas, como os indivíduos estão ligados em uma rede e a possibilidade de escolha de participar ou não da produção. O modelo de Page e Bednar (BEDNAR, PAGE. 2007) vai nesta direção ao conseguir emergir formas de comportamento interpretáveis como culturais, como por exemplo, o reiterado comportamento sub-ótimo não por motivo da tentativa de maximização unilateral de seus ganhos, mas pelo motivo dos agentes do modelo seguirem estratégias manifestadamente inferiores por força de adaptação e assimilação do comportamento de seus pares, mesmo havendo possibilidade de agirem de outra forma. Percebe-se, portanto, em ambos a estrutura na qual as interações ocorrem impactando problemas de coordenação coletiva, e todos os demais modelos apresentados irão sinalizar isto.

Utilizei um grupo de modelos canônicos, a saber, o modelo de segregação habitacional de Schelling (SCHELLING. 1971), o *Sugarscape* (EPSTEIN, AXTELL. 1996) e o *El Farol* (ARTHUR. 1994), pois são os mais indicados para exemplificar a contribuição decisiva dos MBAs às ciências sociais. O modelo de Schelling e o de Epstein e Axtell se utilizam de autômatos celulares. Por meio deles pode-se representar a emergência de padrões globais de

comportamento a partir de interação local de agentes autônomos. No primeiro padrões de segregação espacial, no segundo padrões assimétricos de distribuição de riqueza. No terceiro, O *El farol*, é um modelo de racionalização indutiva: nele os agentes testam seu conjunto de hipóteses sobre o mundo e atualiza seu repertório selecionando as mais efetivas. De forma descentralizada, os agentes alteram o estado global do sistema e o estado do sistema, por sua vez, induz a seleção de hipóteses. Em sua simplicidade, os três modelos deixam bem claro que o que está “entre” é uma dinâmica coevolutiva entre os agentes e deles com os padrões globais por eles criados. E como um processo evolutivo, não há estado definitivo ou equilíbrio.

O terceiro e quarto capítulos entram propriamente no tema das instituições políticas. O aporte conceitual desenvolvido nos capítulos anteriores é suficiente para recolocarmos o *tradeoff* fundamental em torno do tema das instituições sociais: como encontrar um ponto satisfatório entre as regras regulamentadoras e a autonomia individual. O que torna de interesse tal *tradeoff* é que ele coloca a questão de como simultaneamente estabelecer normas que limitam e convirjam as condutas a um determinado padrão de convivência ordenada mantendo a autonomia individual, sem o uso de expedientes centralizadores ou autoritários – este jargão mais de acordo com a ciência política – de forma de diminuir os incentivos ao oportunismo, ou, para retornar nos termos da clássica discussão da Lógica da Ação Coletiva, diminuir a possibilidade do *free rider*.

No terceiro capítulo, o modelo de Tiebout (KOLLMAN, MILLER, PAGE. 2003), fornece descentralizado *sorting* que permiti aos agentes a escolha autônoma, por via de tentativa e erro, entre jurisdições que maximizem seus ganhos. A idéia é que um sistema constituído de inúmeras jurisdições políticas, cada qual com um sistema político do tipo proporcional, disponibilizará quantidade maior de plataformas políticas. Ao haver maior oportunidade para a satisfação de interesses, a produção de maior utilidade agregada será maior. O modelo abre espaço para a tese, segundo a qual, a existência de uma esfera política mais ampla, com espaço para a contemplação de mais interesses, elevaria o nível de produção de bens públicos. Ele estaria próximo do que Reis chamaria de mercado político pleno, onde o processo de expansão e fortalecimento de uma solidariedade de base territorial eliminaria quaisquer barreiras ao livre jogo de interesses, derivada de outros focos de solidariedade e antagonismo ou outras fontes de externalidades negativas. No entanto, o modelo é limitado, pois não permite à representação de inúmeras situações com papel efetivo sobre as decisões e

preferências das pessoas: variados focos antagônicos de solidariedade, assimetria de recursos financeiros, políticos, de violência, de reputação e dominação, custos de transação, etc. O modelo, apesar de fornecer base de apoio para a proposição de modelos institucionais baseados em mecanismos descentralizados de alocação de pessoas e bens, peca pelo baixo nível de consideração quanto ao subjacente substrato sociológico das sociedades de mercado. Parafraseando Reis, o modelo deveria atentar-se mais ao *processo* de desenvolvimento político e não partir da sua conclusão utópica.

No quarto e último capítulo optei por explorar o desenvolvimento de uma arquitetura de agentes, um momento anterior ao desenvolvimento de um modelo baseado em agentes. Fiz uma série de considerações que visavam esclarecer a importância de uma boa definição dos agentes, comportamentos e relações do objeto em estudo. Também é o capítulo que mais se aproxima de uma modelagem de caso. O modelo teórico de Jenna Bednar (2007) serviu de base para a discussão. A experiência histórica do federalismo norte-americano oferece um caso de sistema institucional robusto e satisfatório na resolução de uma série de conflitos decorrentes dos custos envolvidos na produção e redistribuição de bens públicos de âmbito nacional. Foi considerado o caso em que os governos dos estados federados ao tentarem maximizar o interesse de seus eleitores, e assim esquivarem-se de custos ou debitá-los na conta dos outros estados, poderão tornar-se *free riders*. A postulação de um agente com poder regulador de disputas entre os estados federados por ganhos unilaterais, um governo federal, não é condição necessária para a resolução deste problema de coordenação, pois também possui a predisposição de agir de forma centralizadora. Como resultado de seu modelo, Jenna Bednar sugere que nem a existência de uma rede de instituições políticas, judiciárias, estruturais, populares e intergovernamentais, os chamados *safeguards* do sistema federalista, seria capaz de resguardar um sistema federativo contra o oportunismo, no máximo poderia minimizá-lo. Esse resultado permite uma interpretação contra-intuitiva: a existência de taxas constantes de oportunismo é interpretada como benéfica por abrir espaço a contínua sofisticação e adaptação eficiente dos aparatos institucionais. Um sistema institucional com tais características evolutivas não alcança equilíbrios, o que leva a concluir a existência deles como situações ideais.

Em suma, a opção feita na dissertação foi a discussão conceitual por meio de revisão da literatura, construção de *links* entre autores e escolas e sugestão de hipóteses para tratamento de problemas, muitas das vezes valendo-me apenas de intuições. Acredito que o

trabalho possui como virtude a tentativa de abordar com o maior nível de informação possível os SACs e MBAs e seu uso a problemas de interesse às ciências sociais. Foi um duplo desafio o levantamento de toda a bibliografia e a posterior tradução a uma linguagem de acesso a leitores das ciências humanas e campos próximos, tais como a filosofia, o direito, a administração, e ainda a quaisquer outros, mesmo mais distantes como as biológicas, que porventura a discussão possa interessar. O texto tem uma carga alta de conceituação teórico-metodológica e nenhuma empiria para além da citação de alguns eventos históricos. Foi uma escolha deliberada. Primeiro, eu possuía pouco tempo de leitura na área e ainda estava perdido entre conceitos básicos e outros que jamais havia me deparado até o início da pesquisa. Segundo, o curto e rígido (aspecto louvável) limite de tempo imposto pelo cronograma do programa de mestrado. Terceiro, o desenvolvimento de um MBA é uma etapa igualmente demorada e custosa, assim não haveria como empreender as duas atividades no prazo de dois anos e meio a mim concedidos. Felizmente, ao fim se tornou algo positivo a dedicação à pesquisa teórica, pois agora possuo um *background* teórico que facilitará imensamente quaisquer empreitadas futuras. Com toda a convicção, posso afirmar que a clarificação teórica jamais será de menor valor, dado não adiantar ter modelos que operacionalizem quaisquer tipos de variáveis, sem houver clareza de como modelos e variáveis em uso são dotadas ou não de sentido para o entendimento dos objetos de pesquisa.

O leitor que se ocupou, ou irá se ocupar – caso seja do tipo que começa uma leitura do fim para o início –, com todos os capítulos deparar-se-á com autores significativos dos campos pelos quais transitei: Reis, Ostrom, Bowles, Page, Arthur, Bednar, Gintis, Epstein, Schelling e outros tantos. Também perceberá que tive, por gosto e necessidade, travar em diversos momentos a difícil arte de transitar por diversos campos científicos que se distanciam grandemente das ciências humanas. A economia neoclássica e seus modelos de maximização e pontos de equilíbrio, a teoria dos jogos e suas matrizes e conceitos de solução e a ciência da computação aliada às linguagens de programação orientadas a objeto foram os campos aos quais tive que me adentrar minimamente, inclusive pelo acompanhamento de disciplinas nos seus respectivos departamentos e inúmeras consultas a professores e especialistas. Isso foi importante para que eu percebesse o quanto as ciências sociais mostram-se cada vez mais próximas de outras grandes vias de conhecimento, inclusive a biologia e física, nas quais os conceitos e técnicas para lidar com a complexidade possuem maior desenvolvimento atualmente.

Por fim, agora no último momento da dissertação, resta-me agradecer a todas as pessoas que me deram suporte e apoio, sem as quais, eu não teria conseguido caminhar minimamente nesse intrincado e novo mundo que surgiu no nosso horizonte acadêmico. O primeiro em importância, sem dúvida alguma, é o professor orientador e amigo Bruno Pinheiro Wanderley Reis que me acompanha desde a graduação. É sua culpa eu ter ganhado grande gosto pela discussão dos temas aqui apresentados e o gosto ainda maior pelo raciocínio rigoroso guiado pela intuição e o espírito criativo – algo um tanto paradoxal quanto humano. Outros professores com ensinamentos significativos surgiram durante a trajetória: Antonio Fernando Mitre Canahuati (DCP/UFMG), Ricardo Machado Ruiz (FACE/UFMG), José Angelo Machado (DCP/UFMG), Rodolfo Ferreira Resende (DCC/UFMG) e Antonio Carlos da Rocha Costa (C3/FURG). Agradeço aos colegas/amigos de mestrado que ajudaram com comentários e sugestões de muito interesse durante os seminários de apresentação dos esboços que viriam a culminar no texto final, e também aos demais amigos, não apenas das ciências sociais, que se expressavam muitas vezes com caras e bocas de estranhamento ao tentarem gentilmente entender o tema um pouco peculiar que trabalhei. E não posso deixar de agradecer os amigos de fora de meu meio acadêmico e profissional, sempre solícitos nos momentos de necessário esquecimento de tudo isso. Agradeço a minha família: César (em memória), Maria Beatriz, Alexandre e Patrícia. Todas essas pessoas que mencionei são responsáveis, à maneira delas, por tudo ter acontecido dessa maneira. Elas são o que está “entre”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIN, Peter.; FOLEY, Duncan. K. (1990), “Decentralized, Dispersed Exchange without an Auctioneer: A Simulation Study”. **Journal of Economic Behavior and Organization** 18(1).

ALEXANDER, Jeffrey C. (1988) **Action and Its Environments: Toward a new synthesis**. New York: Columbia University Press.

ALMOND, Gabriel; VERBA, Sidney. (1963), **The Civic Culture: Political Attitudes and Democracy in Five Nations**. Princeton, NJ. Princeton University Press.

ALVAREZ, Michael E.; CHEIBUB, José A.; LIMONGI, Fernando; PRZEWORSKI, Adam. (2000), **Democracy and Development: Political Institutions and Well-Being in the World, 1950-1990**. Cambridge University Press.

ARTHUR, W. Brian. (1994), “Inductive Reasoning and Bounded Rationality (The El Farol Problem)”. **American Economy Review (Papers and Proceedings)**, 84: 406.

AXELROD, Robert; HAMILTON, Willian D. (1981) “*The Evolution of Cooperation*”. **Science, New Series**. Vol. 211, No. 4489. (Mar. 27, 1981), p. 1390-1396

AXELROD, Robert. (1990), **The Evolution of Cooperation**. Penguin Books.

AXELROD, Robert. (1997), **The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration**. Princeton University Press. New Jersey.

AXELROD, Robert. (2003), “Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences”. **Journal of the Japanese Society for Management Information Systems**. Vol. 12. n°. 3: p. 3-16.

AXTELL, Robert; EPSTEIN, Joshua M.; YOUNG, H. Peyton. (2000), “The Emergence of Classes in a Multi-Agent Bargaining Model”. **Center on Social and Economic Dynamics**. Working Paper No. 9.

BARRY, Brian. (1996) “Political Theory, Old and New”. **A New Handbook of Political Science**. Oxford University Press.

BEDNAR, Jenna. (2005) “Federalism as a Public Good”. **Constitutional Political Economy**. Vol. 16, n°. 2: p. 189-205.

BEDNAR, Jenna. (2007), **The Robust Federation: Principles or Design**. New York. Cambridge University Press.

BEDNAR, Jenna; PAGE, Scott E. (2007) “Can Games Theory Explain culture? The Emergence of Cultural Behavior within Multiple Games”. **Rationality and Society**. Sage Publications. Vol. 19(1): p. 65-97.

BEDNAR, Jenna. PAGE, CHEN, Yan. LIU, Tracy Xiao. (2009), “Behavioral Spillovers in Multiple Games: An Experimental Study”. http://yanchen.people.si.umich.edu/papers/Multiple_Games_20101101.pdf.

BINMORE, Ken. (2007), **Playing for Real: A Text on Game Theory**. Oxford University Press. New York.

BOWLES, Samuel. (2004), **Microeconomics: Behavior, Institutions, and Evolution**. Princeton University Press.

DAHL, Robert A. (1997), **Poliarquia: Participação e Oposição**. São Paulo. Edusp.

EPSTEIN, Joshua M.; AXTELL, Robert. (1996), **Growing Artificial Societies: Social Sciences From Bottom up**. The Brookings Institution. Washington.

EPSTEIN, Joshua. (1999) “Agent-based computational models and generative social science”. **Complexity**. Vol. 4. Issue. 5: p. 41-60.

FUDENBERG, Drew; MASKIN, Eric. (2009) “The Folk Theorem in Repeated Games with Discounting or with Incomplete Information”. FUDENBERG, Drew; LEVINE, David K. (eds.) **A Long-Run Collaboration on Long-Run Games**. World Scientific Publishing Co. Pte.

GIGERENZER, Gerd; SELTEN, Reinhard. (2002), **Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox**. MIT Press.

GINTIS, Herbert. (2000), **Game Theory Evolving: A Problem-Centered Introduction to Modeling Strategic Behavior**. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GINTIS, Herbert. (2007), “The Dynamics of General Equilibrium”. **The Economic Journal**. Vol. 117: p. 1280-1309.

HARDIN, G. (1968), “The Tragedy of the Commons”. **Science** 162: 1243-1248 (1968).

JOHNSON, James. (2004), “Problemas conceituais como obstáculos ao progresso em ciência política: quatro décadas de pesquisa em cultura política”. **Teoria e Sociedade**. 12.1: p. 128-62.

JOHNSON, Paul M. (1994-2005), **A Glossary of Political Economic terms**. Disponível em: <http://www.auburn.edu/~johnspm/gloss/public_goods>. Acesso em: 24. nov. 2010.

INGLEHART, Ronald. (1997), **Modernization and Postmodernization: Cultural, Economic, and Political Change in 43 Societies**. Princeton, NJ: Princeton University Press.

KOLLMAN, Ken; MILLER, John H.; PAGE, Scott. E. (2003), “Political Institutions and Sorting in a Tiebout Model”. Kollman & Miller & Page (eds.) **Computational Models in Political Economy**. MIT Press.

MACAL, Charles M.; NORTH, Michael J. (2007), **Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation**. Oxford University Press.

MACHADO, José A. (2008), “Gestão de Políticas públicas no Estado Federativo: Apostas e Armadilhas”. **Dados**. Vol. 51, nº 2: p.433-457.

MANKIW, Gregory N. (2009), **Principles of Microeconomics**. South-Western Cengage Learning.

MARX, Karl H. (1989), **O Capital: Crítica da Economia Política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MAS-COLELL, A; M. D. WHINSTON and GREEN, J. R. (1995), **Microeconomic Theory**. Oxford University Press.

MILLER, John H.; PAGE, Scott E. (2007) **Complex Adaptive Systems: A Introduction to Computational Models of Social Life**. Princeton University Press.

MORROW, James D. (1994), **Game Theory for Political Scientists**. New Jersey. Princeton University Press.

NILCHOLSON, W; SNYDER, C. (2008), **Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions, 10th Edition**. Thomson/South-Western.

OATES, Wallace E. (1999), "An Essay on Fiscal Federalism". **Journal of Economic Literature**. Vol. XXXVII (September 1999): p. 1120-1149

OLSON, Mancur. (1971), **The logic of collective action: public goods and the theory of groups**. Cambridge: Harvard University.

OSTROM, Elinor. (1998), "A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address, American Political Science Association, 1997". **The American Political Science Review**, Vol. 92, No. 1 (Mar.): p. 1-22.

OSTROM, Elinor. (2007), "Collective Action Theory". Boix & Stokes (eds.) **The Oxford Handbook of Comparative Politics**. Oxford University Press.

PARUNAK, H. Van Dyke; SAVIT, Robert; RIOLO, Rick. (1998) "Agent-Based Modeling vs. Equation-Based Modeling: A Case Study and Users' Guide." **Proceedings Of Workshop on Multi-agent systems and Agent-based Simulation (MABS '98)**, Springer. <http://www.erim.org/~vparunak/mabs98.pdf>

PAGE, Scott E. (1999), "Computational Models from A to Z". **Complexity**. Vol. 5, p.35-41.

PAGE, Scott E. (2009), **Understanding Complexity**. The Teaching Company.

PENROSE, Roger. (1995), **Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness**. Vintage.

PINDYCK, Robert. S., RUBINFELD, Daniel. L. (2006), **Microeconomia**. 6ª ed. São Paulo: Pearson/ Prentice Hall.

RAUCH, Jonathan. (2002). "Seeing Around Corners". **The Atlantic Monthly**, Volume 289, nº 4; 35-48. <http://www.theatlantic.com/issues/2002/04/raunch>.

REIS, Fábio Wanderley. (2000), **Política e Racionalidade: Problemas de teoria e método de uma sociologia crítica da política**. Belo Horizonte: Editora UFMG.

REIS, Fábio Wanderley. (2000b), **Mercado e Utopia: Teoria Política e Sociedade Brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

REIS, Fábio Wanderley; CASTRO, Mônica Mata Machado de. (2003), “Democracia, Civismo e Cinismo. Um Estudo Empírico sobre Normas e Racionalidade”. **RBCS**. v. 16. nº 45: p. 25-46.

ROTH, Alvin; Vesna Prasnikar; Masahiro Okuno-Funjiwara; Shmuel Zamir. (1991), “Bargaining and Market Behavior in Jerusalem, Ljubljana, Pittsburgh and Tokyo: An Experimental Study”. **American Economic Review**, 81(5):1068–95.

RIDDELL, T., SHACKELFORD J., STAMOS S., SCHNEIDER, G. (2001). **Economics: A Tool for Critically Understanding Society, 6th Edition**. Addison Wesley.

ROMER, David. (2006), **Advanced Macroeconomics**. 3th. The McGraw-Hill Companies.

RORTY, Richard (1989). **Contingency, irony, and solidarity**. Cambridge University Press.

RUIZ, Ricardo M. (2003), **Growing Regions From The Bottom Up: Regional Economies as a Self-organizing System**. Submitted to the Graduate Faculty of Political and Social Science of the New School University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

SAMUELSON, Paul A. (1954), “*The Pure Theory of Public Expenditure*”. **The Review of Economics and Statistics**. Vol. 36, No. 4 (Nov., 1954), pp. 387-389

SANTOS, Wanderley G. (1998), **Décadas das de Espanto e uma Apologia Democrática**. Rio de Janeiro. Rocco.

SCHELLING, Thomas. (1971), "Dynamic Models of Segregation". **Journal of Mathematical Sociology**. Vol. 1.

SCHELLING, Thomas. (1978), **Micromotives and Macrobehavior**. W. W. Norton & Company, Inc.

SKYRMS, Brian. (1996), **Evolution of the Social Contract**. Cambridge Press.

STEPAN, Alfred. (1999), "Para uma Nova análise Comparativa do Federalismo e da Democracia: Federações que Restringem ou Ampliam o Poder do Demos". **Dados**. Vol. 42. nº 2: p. 197-251.

SHUBIK, Martin. (2009), "El Farol Revisited: A Note on Emergence, Game Theory and Society". <http://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d17a/d1733.pdf>

TIEBOUT, Charles M. (1956), "A Pure Theory of Local Expenditures". **The Journal of Political Economy**, Vol. 64, No. 5, pp. 416-424. The University of Chicago Press.

TSEBELIS, George. (1998), **Jogos Ocultos: Escolha Racional no Campo da Política**. São Paulo. Edusp.

TSEBELIS, George. (2002), **Veto Players: How Political Institutions Work**. New York. Russel Sage Foundation

VARIAN, Hal. R. (2006), **Microeconomia: princípios básicos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

VIDAL, José M. (2009) **Fundamentals of Multiagent Systems**. Copyright© 2007 José M. Vidal. <http://multiagent.com/2008/12/fundamentals-of-multiagent-systems.html>

WEGERT, Elias; SEMMLER, Gunter. (2011) Phase Plots of Complex Functions: A Journey in Illustration. **Notices of The AMS**. Volume 58. n° 6. p. 768-780.

WEISSTEIN, Eric W. "Cellular Automaton." MathWorld: A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/CellularAutomaton.html>

YAMAKAGE, Susumu. (2009), **Modeling and Expanding Artificial Societies: Introduction to Multi-Agent Simulation with ARTISOC**. Kozo Keikaku Engineering INC. Tokyo. Japan.