

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-graduação em Ciência Política

Marco Paulo Soares Gomes

**DESACORDO E CONVERGÊNCIA EM REDES DE DIFUSÃO DE OPINIÃO
POLÍTICA: um experimento computacional a partir de
Mutz, Huckfeldt e Axelrod**

Belo Horizonte
2014

Marco Paulo Soares Gomes

**DESACORDO E CONVERGÊNCIA EM REDES DE DIFUSÃO DE OPINIÃO
POLÍTICA: um experimento computacional a partir de
Mutz, Huckfeldt e Axelrod**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Política.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Pinheiro
Wanderley Reis

Coorientador: André Cavalcanti Rocha Martins

Belo Horizonte
2014

320	Gomes, Marco Paulo Soares.
G633d	Desacordo e convergência em redes de difusão de
2014	opinião política [manuscrito] : um experimento
	computacional a partir de Mutz, Huckfeldt e Axelrod /
	Marco Paulo Soares Gomes. - 2014.
	90 f. : il.
	Orientador: Bruno Pinheiro Wanderley Reis.
	Coorientador: André Cavalcanti Rocha Martins.
	Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas
	Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas.
	Inclui bibliografia.
	1. Ciência política – Teses. 2. Opinião pública – Teses.
	I. Reis, Bruno Pinheiro W. II. Martins, André Cavalcanti
	Rocha. III. Universidade Federal de Minas Gerais.
	Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA

UFMG

ATA DA DEFESA DE TESE DO ALUNO MARCO PAULO SOARES GOMES

Realizou-se, no dia 04 de agosto de 2014, às 09:00 horas, no Auditório Prof. Baesse, da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada “*Desacordo e Convergência em Redes de Difusão de Opinião Política: um experimento computacional a partir de Mutz, Huckfeldt e Axelrod*”, apresentada por MARCO PAULO SOARES GOMES, número de registro 2009660484, graduado no curso de Ciência da Computação, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIA POLÍTICA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof. Bruno Pinheiro Wanderley Reis - Orientador (DCP/UFMG), Prof. André Cavalcanti Rocha Martins - Coorientador (USP) (Videoconferência – Skype), Profa. Mônica Mata Machado de Castro (Faculdade de Direito Milton Campos), Prof. José Angelo Machado (DCP/UFMG), Profa Ludmila Mendonça Lopes Ribeiro (SOA/UFMG).

A Comissão considerou a tese:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 04 de agosto de 2014.

Prof. Bruno Pinheiro Wanderley Reis – Orientador
(DCP/UFMG)

Prof. André Cavalcanti Rocha Martins - Coorientador
(USP) – (Videoconferência – Skype)

Profa. Mônica Mata Machado de Castro
(Faculdade de Direito Milton Campos)

Prof. José Angelo Machado
(DCP/UFMG)

Profa Ludmila Mendonça Lopes Ribeiro
(SOA/UFMG)

*À minha família:
Fernanda, minha esposa
João Pedro e Samuel, meus filhos*

AGRADECIMENTOS

Pensando retrospectivamente sobre este trabalho, ele significou muito mais do que uma pesquisa para a obtenção de um título. Mesmo que ele tenha alcançado um patamar mínimo esperado para uma tese de doutoramento, para mim, ele representou um reencontro comigo mesmo.

Neste percurso, muitas pessoas eu encontrei e sem elas o resultado teria sido outro.

Meu curso de doutorado coincidiu com um período doloroso de muito questionamento pessoal e profissional. Hoje, reconheço como aprendizado o conflito em não saber lidar, ao mesmo tempo, com minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

Devo agradecer intensamente ao Prof. Bruno, meu orientador. Ele sabe o quanto todo este processo foi difícil para mim. Mesmo quando eu enviei a ele um email dispondo-me a abandonar o doutorado, ele ainda manteve-se firme na crença de que eu poderia chegar ao final. Sua ousadia em orientar tema tão diverso do Departamento de Ciência Política da UFMG nas mãos de um aluno tão disperso, merece todo o meu apreço. Sua inteligência e gentileza são marcantes.

Do mesmo modo, devo também agradecer ao Prof. André. Em meio aos meus altos e baixos no doutorado ele foi compreensivo e sempre se mostrou disponível em dar continuidade ao projeto. Quando o conheci como seu aluno na disciplina “Simulação de Sistemas Complexos I”, do programa de pós-graduação em Modelagem de Sistemas Complexos da USP, ele não hesitou em aceitar o convite em ser o meu orientador em um doutorado-sanduíche no país naquele programa. Sua característica de pesquisador interdisciplinar foi fundamental para este trabalho. Sua competência, inteligência e paciência devem ser reconhecidas.

A estes dois professores eu devo não só meu agradecimento e gratidão, como também meu pedido de desculpas. Não fui um estudante exemplar. Eu diria que nem mesmo um aluno mediano. O doutorado não foi prioridade na minha vida, o que diversas vezes me levou a adiá-lo, além da falta de confiança em mim mesmo em relação à capacidade de execução da tese e do merecimento do título que ela me propiciaria.

Não só como de praxe, mas por tudo que evidenciei, todos os problemas que puderem ser identificados nesse trabalho são de minha inteira e exclusiva responsabilidade.

A Profa. Ludmila, do Departamento de Sociologia da UFMG, me ajudou a recuperar a confiança em colocar de pé o meu projeto. Ela me trouxe das margens do caminho e me direcionou para a finalização deste trabalho. Nossas conversas foram o vigor de que eu precisava para resgatar a confiança na capacidade de terminar este trabalho. Serei sempre grato.

À Profa. Mônica Mata Machado de Castro que gentilmente aceitou participar de minha banca de qualificação e de defesa final através de convite surgido tempestivamente. Agradeço e peço desculpas pela maneira atabalhoada de todo este processo. Seu interesse pela técnica utilizada neste trabalho vem desde a minha participação no processo de seleção para o doutorado. Seu rigor metodológico contribuiu para a elaboração deste trabalho, mas todos os problemas são de minha responsabilidade.

Ao Prof. José Ângelo, do Departamento de Ciência Política da UFMG, obrigado por prontamente aceitar participar da banca de defesa deste trabalho, mesmo nas condições atípicas em que ocorreram.

Foi uma honra conviver com estes professores e tê-los como membros da banca examinadora.

Ao Alessandro, Secretário do Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da UFMG, agradeço a atenção, a disponibilidade e a sempre boa vontade em ajudar.

Parte desse trabalho foi possível através de bolsa de doutorado-sanduiche no país concedida pelo CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, através do processo número 311785/2011-5, que me permitiu passar um período na Universidade de São Paulo (USP) junto ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem de Sistemas Complexos, onde tive o privilégio de conhecer o Prof. André Martins, meu coorientador.

Do mesmo programa agradeço o convívio com os professores Flávia Mori, Carlos Pereira, Fernando F. Ferreira e Camilo Neto pelas conversas e paciência.

Ao Prof. Rocha Costa, da FURG, e ao Prof. Celso Fonseca, da IF de Pelotas, e ao Luciano Mattar agradeço pela ajuda com o NetLogo. O Prof. Celso fez a gentileza de trabalhar na conversão de um código do CODA em Matlab para o NetLogo.

Sou também grato ao Prof. Paul Johnson, da Universidade de Kansas, que, gentilmente, trocou e-mails comigo, por dois meses, na tentativa de fazer rodar o seu Modelo de Formação de Opinião, uma das bases deste trabalho.

Ao Jakson Aquino, professor da UFC, com quem durante a Sexta-Feira da Paixão de 2014 troquei vários e-mails na tentativa de fazer rodar o modelo do Prof. Paul Johnson.

Ao primo Alexandre Diniz, por ouvir meus dilemas e queixas, mas sempre terminando com palavras de incentivo. Foi ele que um dia, depois de ouvir minha indefinição e mudanças constantes do meu tema de trabalho, sugeriu que eu pedisse ao meu orientador que tomasse esta definição por mim. Foi esta sugestão definiu o meu objeto de trabalho.

À Gislayne Mattos, contadora de histórias, agradeço por me ajudar a perceber o enredo da minha própria história e por me fazer reconhecer que as dificuldades fazem parte da narrativa.

Se há alguma maneira de retribuir a todas estas pessoas, ela não se encontra na dimensão material.

À Fernanda, minha esposa, companheira e coadjuvante de vida, como agradecer? Não há palavras, só sentimentos...

Quando finalizei minha dissertação de mestrado, meu filho João Pedro tinha apenas dois meses. Meu estilo de vida até aqui, me privou profunda e dolorosamente de compartilhar com ele momentos preciosos de vida. Para isso, desculpas são palavras vazias. Se há alguma forma de resgatar esta perda, eu irei intensamente me dedicar a ela.

Eu desejo fortemente que a finalização deste trabalho me permita doar-me a quem realmente importa: minha família. Fernanda, João Pedro e Samuel, que em breve vai trazer mais alegria à nossa casa, eu quero intensamente contribuir para que vocês sejam os heróis de suas próprias vidas!

Eu creio em Deus que se revela na harmonia ordenada do Universo. Eu creio que a inteligência está manifestada em toda a natureza. A base do trabalho científico é a convicção de que o mundo é uma entidade ordenada e compreensível e não uma coisa ao acaso.

Albert Einstein.

É fazendo que se aprende a fazer aquilo que se deve aprender a fazer.

Aristóteles

Não; não pares. É graça divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa, mas a graça das graças é nunca desistir e chegar até o fim.

Dom Helder Câmara



RESUMO

Executa-se a simulação de um modelo computacional baseado em agentes que explora dinâmicas de opinião. A partir dos resultados alcançados, são levantadas hipóteses que são confrontadas com algumas teorias encontradas na literatura de comportamento político e de estudos de rede. Conclui-se que a técnica de modelagem baseada em agentes pode ser uma ferramenta complementar útil de investigação teórica nas Ciências Sociais.

Palavras-chave: Convergência e divergência política. Difusão de opinião. Modelagem e simulação computacional. Modelagem baseada em agentes.

ABSTRACT

This research performs a simulation of an agent-based computational model that explores opinion dynamics. From the results achieved, hypotheses are confronted with some theories found in the political behavior and network studies literature. We conclude that the technique of agent-based modeling can be a useful complementary tool for theoretical research in the social sciences.

Keywords: Political disagreement. Opinion diffusion. Computational modeling and simulation. Agent-based modeling.

Lista de Figuras

Figura 1: Distribuição geográfica do modelo	42
Figura 2: Distribuição inicial	43
Figura 3: Situação final	43
Figura 4: Exemplos de execuções do modelo	45
Figura 5: Modelo Voter.....	55
Figura 6: Modelo Sznajd	56
Figura 7: Modelo Maioria.....	57
Figura 8: Evolução temporal das escolhas dos agentes. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 50 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 31) ...	61
Figura 9: Estado final das opiniões, medidas em número de passos que cada agente se encontra da mudança de escolha. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 64 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 32).....	62
Figura 10: Evolução temporal das escolhas dos agentes, para interações de Sznajd. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 50 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 34).....	63
Figura 11: Interface do Modelo	67
Figura 12: Botões	68
Figura 13: Barras Deslizantes.....	68
Figura 14: Seletor	69
Figura 15: Tipos de Vizinhaça	69
Figura 16: Comutadores	69
Figura 17: o "Mundo", em escala de cor e sem escala de cor.....	70
Figura 18: Área de Mensagens	71
Figura 19: Possibilidades de Interrupção.....	71
Figura 20: Monitores	72
Figura 21: Histograma das Forças de Opinião	73
Figura 22: Exemplos de simulações com regiões bem definidas ao final	80
Figura 23: Caso #1.....	81
Figura 24: Histogramas dos casos #1, #5, #19 e #39	82
Figura 25: Homogeneização Total.....	83
Figura 26: Casos de Extremismo.....	84
Figura 27: Histogramas de casos de extremismo	85

Lista de Quadros

Quadro 1: Tipificação dos Modelos de Dinâmica de Opiniões	54
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1: Exemplo de distribuição aleatória inicial.....	42
Tabela 2: Número médio de regiões estáveis	46
Tabela 3: Média de regiões estáveis a partir da reprodução do modelo.....	46
Tabela 4: Casos Executados	78

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2. Comportamento Político.....	18
2.1 A Formação da Opinião Política: principais modelos	19
2.1.1 Escola Sociológica	20
2.1.2 Escola Psicossociológica	23
2.2 Os Estudos de Rede.....	27
3. Modelagem Baseada em Agentes	33
4. O Modelo de Difusão Cultural de Axelrod.....	39
5. O Modelo de Formação de Opinião de Huckfeldt, Johnson e Sprague.....	49
6. O Modelo CODA	53
6.1 Dinâmica de Opiniões	53
6.2 <i>Continuous Opinions and Discrete Actions (CODA)</i>	58
7. O Experimento.....	66
7.1 O Modelo.....	66
7.2 Casos Simulados e Análises	76
8. Considerações Finais	87
Referências	89
Apêndice A: Código do Modelo em NetLogo 5.0.5.....	91

1. Introdução

O processo social de difusão (emergência, disseminação, cristalização e eventual “extinção”) de opiniões, e particularmente aquele relativo às opiniões políticas, permanece relativamente não mapeado no plano analítico. Há várias maneiras de fazê-lo, e variadas (e crescentes) contribuições importantes disponíveis. Um dos modos mais conhecidos são os estudos empíricos sobre mídia; outra, menos conhecida entre cientistas sociais, mas com circulação crescente em outras áreas (como computação, física, engenharias, etc.), envolve a identificação formal da dinâmica esperada a partir de diferentes configurações das redes de comunicação existentes. Isto se faz tipicamente por simulações de modelos computacionais, que é a forma por excelência de apreensão e análise dos sistemas complexos de interação gerados pela conduta mutuamente adaptativa de agentes autônomos que interagem de forma descentralizada. O que significa dizer que os agentes adaptam seus comportamentos em relação aos demais agentes que, por sua vez, também continuamente se adaptam a partir da interação de uns com os outros.

Este trabalho pretende contribuir para o esforço recente de comunicação mútua mais intensa entre estes diferentes programas de pesquisa. Quando duas tradições de pesquisa habituadas a operar com baixa interlocução mútua dedicam-se por acaso ao mesmo objeto, é provável que muitas possibilidades analíticas passem despercebidas, e muito esforço seja despendido em questões que – ainda que com outra formulação – encontram-se relativamente pacificados na outra tradição. Aqui se pretende viabilizar um experimento que se utiliza de modelos computacionais simuláveis (Axelrod 1997; Huckfeldt, Johnson, Sprague 2004; Martins, 2008) para replicá-los em um enquadramento informado por controvérsia proveniente da literatura empírica da ciência política sobre a propensão relativamente baixa dos cidadãos a engajarem-se em alguma discussão política que atravesse limites partidários (Mutz, 2006).

Desejando compreender, mesmo que parcialmente, o significado político dos resultados agregados de tomadas de decisão individuais, a expectativa é permitir diálogo entre aquelas duas abordagens acima, prospectando resultados esperáveis para a difusão de opiniões a partir de diferentes configurações das redes de interação existentes e de regras de formação de opinião. Neste sentido, são incorporados dois elementos teóricos das teorias do comportamento

político: estudos de rede de interação entre indivíduos e os aspectos cognitivos do processamento de informação por estes indivíduos.

O objetivo é desenvolver um experimento que permita manipular alguns argumentos levantados por Diana Mutz, em “Hearing the Other Side”, por Huckfeldt *et al.*, em “Political Disagreement” e por Axelrod, em “The Dissemination of Culture”. Neste sentido, algumas perguntas se apresentam. Se Mutz estiver certa e as comunicações entre emissores heterogêneos forem menos intensas do que Huckfeldt *et al.* estimam, o resultado de Huckfeldt *et al.* quanto à sustentabilidade da heterogeneidade e a preservação da experiência da discordância política por parte dos cidadãos seria diferente? Quais são as implicações esperáveis para a dinâmica das opiniões a partir da premissa de uma menor exposição dos cidadãos a opiniões diferentes, tal como detectada por Mutz? Em termos teóricos, seria plausível supor ser essa segmentação do público o fator responsável pela persistência empírica das discordâncias, apesar dos resultados teóricos de Axelrod (1997) na direção contrária? Por sua vez, seria possível endogeneizar esta própria segmentação, e fazê-la “emergir” teoricamente de alguma variação específica do modelo de Axelrod? Estas condições poderiam ser obtidas por uma combinação específica nos valores dos parâmetros já admitidos no modelo por Axelrod, ou seria preciso incorporar novos parâmetros não considerados inicialmente?

Dado este enfoque, inicia-se este trabalho com uma breve apresentação de duas das três escolas teóricas do comportamento político, a sociológica e a psicossociológica. Não trataremos da abordagem da escolha racional devido ao nosso enquadramento teórico se localizar nas duas primeiras citadas. Trataremos ainda dos estudos de redes, que incorporam dimensões das abordagens anteriores, e exporemos algumas controvérsias entre Huckfeldt e Mutz. A seleção destes dois autores se deve ao fato de eles serem considerados, não os únicos, mas os expoentes atuais, ou os mais referenciados, no estudo de redes voltado ao comportamento político. Trataremos do comportamento político no que se refere à formação da opinião do eleitor e em como se dá a sua escolha política em um contexto de rede onde há convergências e divergências de opiniões.

Em seguida, são apresentados os conceitos que envolvem a modelagem e a simulação computacional baseada em agentes, trazendo também um breve histórico sobre o uso destes recursos metodológicos no campo das Ciências Sociais e, mais especificamente, na Ciência Política. Essa seção é importante porque tradicionalmente os estudos de Comportamento

Político, têm recorrido aos já estabelecidos, consolidados e bem disseminados métodos de pesquisa tais como *surveys*, grupos focais, etc., para subsidiar a compreensão da influência da mídia, dos formadores de opinião, da disseminação de opinião, da definição do voto, etc.. Portanto, cabe apresentar este tipo de modelagem que tem se mostrado um recurso metodológico alternativo ou, ainda, complementar com potencial contribuição para os estudos da área.

Na sequência, serão tratados os modelos de validação das teorias sobre os determinantes do comportamento político, seção em que se descrevem os modelos que serão o fundamento deste trabalho. São eles o Modelo de Difusão Cultural, de Axelrod, o Modelo de Formação de Opinião, de Huckfeldt, Sprague e Johnson, e o Modelo CODA, de André Martins.

Por fim, apresenta-se o experimento proposto neste trabalho: sua descrição, funcionamento, parâmetros utilizados. Os casos analisados, bem como os seus resultados são relatados ao final confrontando-os aos resultados alcançados pelos modelos anteriores.

O modelo aqui proposto não tem o nível de sofisticação do modelo de Martins ou de Huckfeldt *et al.* onde vários parâmetros são trabalhados. Por ser este o meu primeiro exercício de modelagem e simulação computacional, a ideia foi adotar a sugestão frequentemente indicada quando se trata da modelagem baseada em agentes: “keep it simple stupid” (kiss).

2. Comportamento Político

Em 2000, Dalton publicou um artigo onde fazia um balanço sobre o avanço dos estudos de comportamento político até aquele momento. Para ele, “o campo gerou um crescimento surpreendente acerca do conhecimento sobre como as pessoas pensam sobre política, sobre como se engajam politicamente e sobre como tomam suas decisões políticas”. À medida que mais se conhece sobre o eleitorado, o seu comportamento tem se tornado mais complexo e individualizado. Isso limita a capacidade dos mais conhecidos modelos em explicar este tipo de comportamento. Segundo o autor, os principais avanços nos estudos da política se deram em relação ao campo da política comparada em duas linhas de estudo: 1) aquelas que descrevem as atitudes e os valores do público, e 2) o recolhimento de evidências que auxiliam compreender o papel do indivíduo no processo político. (DALTON, 2000, p. 912)

Discussões sobre o comportamento político costumam se basear em concepções acerca das habilidades dos indivíduos, tais como nível de conhecimento, entendimento e interesse políticos. Melhores decisões seriam possíveis se eles compreendessem as opções que o sistema político oferece, bem como se tivessem conhecimentos sobre o sistema político em relação à influência e ao controle das ações dos seus representantes, por exemplo. De um modo geral, os cidadãos pouco se interessam por política a respeito de algo que possa ir além da escolha dos seus candidatos em tempos de eleição. E mesmo nessas situações, não se pode dizer que seja um processo racional, pensado, estruturado, em termos de avaliação de candidatos ou de seus posicionamentos sobre as mais diversas questões (DALTON, 2000, p. 919).

O contexto político e o ambiente social vivenciados pelos cidadãos podem influenciar no seu comportamento político e na formação de suas opiniões. A informação política pode ser limitada. Mas alguns acreditam que elas podem exceder o que seria razoavelmente esperado. Abordagens cognitivas se ocupam em compreender como os cidadãos processam as informações políticas. Com isso, desenvolvem a ideia de sofisticação política, heurística, atalhos informacionais e se isso pode levar a melhores escolhas políticas.

Dalton entende que “os modelos deveriam olhar se os cidadãos podem gerenciar as complexidades da política e tomar decisões razoáveis, dados os seus interesses e posicionamentos políticos. [...] Uma abordagem satisfatória seria aquela em que modelos

perguntam quais são os caminhos pragmáticos em que os indivíduos realmente tomam suas decisões políticas. [...] Usando dicas ou outros atalhos políticos, os indivíduos podem tomar decisões razoáveis a um custo modesto e sem informações perfeitas”. (DALTON, 2000, p. 922)

2.1 A Formação da Opinião Política: principais modelos

Em alguns sistemas políticos, como, por exemplo, em democracias, cidadãos desempenham funções políticas. Uma das mais importantes é a tomada de decisão em questões políticas. “Isto envolve decisões sobre quais partidos ou candidatos apoiar em uma eleição, sobre assumir posicionamentos políticos em diferentes assuntos, sobre como participar da política, e assim por diante. Em outros sistemas políticos, isso pode envolver formas indiretas destas mesmas escolhas, ou a escolha de não se envolver politicamente” (DALTON, 2000, p. 922).

Muito do que reconhecemos como política se dá em função de escolhas. Fenômenos políticos tais como eleições, guerra, legislação e protestos ocorrem porque pessoas escolhem agir de maneira particular em momentos também particulares. (DRUCKMAN e LUPA, p. 110)

Mas como essas escolhas são tomadas? Como se dá a formação de opiniões? Como os indivíduos tomam suas decisões políticas? O que interfere nestes processos?

Respostas a essas perguntas e outras sobre a mesma temática se consolidaram em estudos que se tornaram clássicos do comportamento político (GOODIN e KLINGEMANN, 1996, p. 15)¹ e que inspiraram outros trabalhos a partir da época em que foram publicados. São três as linhas de investigação que se tornaram referência: a Teoria Sociológica, a Teoria Psicossociológica e a Teoria da Escolha Racional. Como observado na Introdução, trabalharemos as duas primeiras que serão apresentadas a seguir.

Os modelos “competem entre si exatamente ao tentar reconstruir o processo social que levou a um dado resultado eleitoral, e tentar também explicar por que ocorreu exatamente uma dada distribuição das vontades políticas e não outra” (FIGUEIREDO, 2008, p. 16). Diferentes

¹ Estranhamente, Goodin e Klingemann não incluem em sua lista de clássicos da Ciência Política o texto Paul Lazarsfeld, Bernard Berelson e Hazel Gaudet, “The People's Choice: how the voter makes up his mind in a presidential campaign”, de 1965.

perguntas sobre as motivações por trás do voto produzem maneiras também distintas de olhar o comportamento do eleitorado.

As divergências teóricas estão no estabelecimento das precedências e na ordenação lógica dos condicionantes do comportamento humano. Os indivíduos desenvolvem estruturas de personalidade (e psíquicas) ao longo de suas vidas: são racionais, diferentemente dos animais; estão situados em determinada posição na estrutura social; têm crenças, desejos, vontades, paixões, ódios e ideologias.

Daí explicações teóricas divergentes que se apresentam a seguir. Não pretendemos exaustivamente esgotar o assunto, o que seria impossível. Ao contrário, nossa intenção é mostrar características gerais e destacar as ideias que contribuíram para a evolução dos estudos do comportamento político, a partir de suas obras seminais.

2.1.1 Escola Sociológica

Para Carmines e Huckfeldt (1996, p. 223), a era moderna das pesquisas em comportamento político foi inaugurada com a publicação, em 1944, do livro “The People’s Choice”, de Paul Lazarsfeld e outros dois de seus colegas da Universidade de Columbia, Bernard Berelson e Hazel Gaudet.

Conhecida também por Escola de Columbia, aqueles pesquisadores, pela primeira vez, publicaram um estudo de uma eleição que se focava, principalmente, nos eleitores individuais, baseado em uma campanha presidencial na cidade de Elmira, estado de Nova Iorque, no ano de 1940.

Com essa publicação, eles criticam as interpretações anteriores dadas às pesquisas de opinião. De acordo com eles, as pesquisas feitas até então eram muito simples. Assim sendo, eles sofisticaram as análises incorporando recursos estatísticos mais complexos, procurando estabelecer padrões científicos, identificando variáveis e construindo índices.

Para as pesquisas anteriores, a mídia tinha preponderância na formação dos comportamentos e das preferências políticas. Mas, as pesquisas desenvolvidas em Columbia inovaram ao inserir

na definição do voto a estrutura social, ou seja, as relações sociais das quais os indivíduos fazem parte. Existe uma lógica no convívio social que influencia a política. As pesquisas dos autores concluíram que as opiniões dos entrevistados refletiam a opinião dominante do ambiente social no qual o entrevistado se inseria. Para Lazarsfeld e seus colegas, a ideia é de que as pessoas votam em grupos. Ou seja, em situação social semelhante, os indivíduos apresentam uma probabilidade maior de interagir entre si e isso conforma a sua preferência política.

Esta abordagem preocupa-se essencialmente com as “condições sociais adjacentes aos fenômenos propriamente políticos” (LIPSET *apud* FIGUEIREDO, 2008, p. 48) e constituem o “contexto no qual as instituições, as práticas, as ideologias e os objetivos políticos se formam e atuam”. Deste modo, para compreender o voto é necessário conhecer o contexto social e político do eleitor: onde vivem e como vivem. (FIGUEIREDO, 2008, p. 48). O comportamento político deve ser analisado em seu contexto social e não como atividade autônoma. Não são os indivíduos, mas os coletivos sociais que imprimem dinâmica à política. Portanto, sua perspectiva é macro: “a ideia é de que fatores histórico-estruturais e culturais globais conformam as características sociais, econômicas e políticas de uma sociedade, gerando determinadas clivagens sociais que se expressam através de partidos específicos, com os quais setores do eleitorado se identificam”. (CASTRO, 1994, p. 29)

Leis sociológicas definem as chances sociais de que ocorram interações duais relevantes, que são a origem de todo tipo de transações sociais (FIGUEIREDO, 2008, p. 49). Na busca por uma compreensão sistematizada do processo de decisão dos indivíduos, os autores mostram que os incentivos mais importantes nas mudanças de opinião são os contatos pessoais diretos que os indivíduos detêm. A mídia, através dos meios de comunicação influenciam, sim, as pessoas, tanto para manter como para mudar opiniões, mas são as interações dos indivíduos com outros indivíduos que possuem o maior grau de influência. Portanto, é o “cara a cara” que define mais fortemente as opiniões.

Para este modelo, é necessário haver interação para formarem-se opiniões e ocorrerem comportamentos. “Em função das influências que recebe através das interações que se dão nos diversos grupos dos quais participa, o eleitor é levado a votar (ou não) em uma ou outra direção” (CASTRO, 1994, p. 31). Lazarsfeld e seus colegas identificaram a religião, o status social e o local de residência como sendo três variáveis a partir das quais tentavam identificar comportamentos que definiam o voto. Elas atuavam como espaços que influenciavam as

atitudes dos indivíduos. Para aqueles pesquisadores, estes locais induziam maior homogeneidade entre aqueles que o utilizam como lugar de convívio.

Foi muito significativa nas pesquisas de Columbia, a identificação de que as opiniões dos entrevistados sobre quem ganharia as eleições refletiam a opinião dominante no ambiente social do entrevistado. Muitos acabavam votando no candidato que eles previamente haviam sinalizado como o vencedor.

A conclusão mais geral a que chegaram foi de que a influência do grupo com o qual o eleitor se identifica é importante para explicar sua escolha partidária. Eleitores que trabalham ou vivem juntos provavelmente votam nos mesmos candidatos. Indivíduos em situação social semelhante têm mais probabilidades de interagir entre si; se vivem juntas, em condições externas equivalentes, as pessoas provavelmente desenvolvem necessidades e interesses semelhantes, tendem a ver o mundo da mesma maneira e a dar interpretações parecidas a experiências comuns. (CASTRO, 1994, p. 32)

Lazarsfeld *et al.* (1965) observaram que havia grupos em que o convívio entre as pessoas era mais próximo do que em outros e os autores atribuem a isso situações para que as mudanças ocorram. Essas mudanças levam a uma espécie de solidificação de opiniões intragrupo, ou seja, internamente àqueles grupos as opiniões tendem a se tornarem uniformes.

Essa homogeneização a partir do compartilhamento da opinião dos membros de um grupo faz com que eles não se envolvam ou convivam com outros grupos de opiniões diferentes. E isso, de maneira recursiva, reforça uma condição inarredável de opinião. O que poderíamos entender como uma tendência ao extremismo. Essas próprias pessoas, ao se afastarem, não estariam abertas a outras opiniões e podem até não preferir o contato para não terem alteradas suas opiniões. Os autores se referiram a este processo caracterizando os indivíduos como tendo opiniões cristalizadas. Assim, o grupo também se fecha a outros que teriam visões diferentes.

Mas mesmo pertencendo a um grupo, havia eleitores que permaneciam indecisos. Então como eles chegavam ao seu voto, como se davam as mudanças dentro do grupo? Os autores reconhecem a possibilidade dos indivíduos pertencerem a grupos diversos e criam um índice de predisposição política composto pelas três variáveis apontadas anteriormente (religião, status social e local de residência) para identificar qual estrutura social teria mais força ou influência na formação do indivíduo.

Como o indivíduo pode pertencer simultaneamente a grupos distintos, ele sofre influência destes variados grupos podendo ter suas opiniões reforçadas ou não, o que poderá induzir incertezas quanto ao seu comportamento em relação aos grupos a que pertence². Este fenômeno é denominado por Lazarsfeld e colegas como *cross pressure*. Portanto, indivíduos subordinados a pressões de opiniões diferentes adotariam opiniões que seriam mais instáveis, deixando, portanto, de assumir opiniões socialmente determinadas.

Outro conceito desenvolvido pelos autores é o de *two step flow of information*, que compreende o papel das pessoas que atuam como líderes ou formadores de opinião. Essas se destacam como dotadas de grande poder de persuasão influenciando principalmente os mais indecisos. Eles estimulariam a mudança intermediando um processo de duas etapas em que estes líderes se informariam através da mídia e, depois, informariam os outros indivíduos, filtrando ou disseminando determinadas informações. E mesmo que haja informações vindas de fora, elas têm sua interpretação dada internamente ao grupo.

Para Columbia, as pessoas são mais influenciadas por estes formadores de opinião por serem reconhecidos como mais informados, mais articulados e mais conhecedores dos temas em pauta. Mas a grande população é pouco influenciada por eles.

Por ter mais conotação sociológica do que a mídia, estes indivíduos têm papel destacado nos estudos de Columbia, que compreende o papel da mídia mais como de reforço ou ativação de predisposições políticas anteriores. A mídia, bem como as campanhas políticas, seleciona as informações que desempenharão essa função.

2.1.2 Escola Psicossociológica

Na tentativa de compreender o comportamento político, outras abordagens surgiram. Uma delas é a abordagem psicológica. Nela é desenvolvida a ideia de sistemas de crença que, segundo Converse (1979), são adquiridos ao longo da vida pelos indivíduos. Estes formam uma visão do mundo em que vivem e constroem uma ideologia, mesmo que rudimentar. Quando chamados a votar, ou a fazer política, os indivíduos trazem sua história social para a decisão. Por isso, os

² Isso nos remete à discussão que será apresentada no capítulo 6. O Modelo CODA, de certa maneira, internaliza para o nível cognitivo do indivíduo esta pressão aqui atribuída às estruturas sociais.

modelos de comportamento político entendem a organização da vida social de maneira distinta, pois essa organização é vista como produto da maneira pela qual os indivíduos interagem entre si e com o mundo à sua volta. A vida social é decorrência de como certos subconjuntos de atributos sociais condicionam o comportamento de indivíduos e de grupos.

Para esta escola, a organização da vida social é vista como produto da maneira pela qual os indivíduos interagem entre si e com o mundo à sua volta. A vida social é decorrência de como certos subconjuntos de atributos sociais condicionam o comportamento de indivíduos e de grupos. Os indivíduos desenvolvem estruturas de personalidade (e psíquicas) ao longo de suas vidas: são racionais; estão situados em determinada posição na estrutura social; têm crenças, desejos, vontades, paixões, ódios e ideologias.

Portanto, esta abordagem, também conhecida como Escola de Michigan, incluiu as influências sociopsicológicas na escolha política. Sua obra de referência é “The American Voter”, de Angus Campbell, Philip Converse, Warren Miller e Donald Stokes (1960). Ela tem o indivíduo como sua unidade de análise, sua fonte de informação. Estes indivíduos estão sujeitos a influências psicológicas que ocorrem antes mesmo da necessidade de se posicionarem politicamente. Suas atitudes são reflexo do ambiente social em que estão inseridos, seja família, trabalho e igreja, entre outros.

Destaca-se a necessidade de saber, inicialmente, como os indivíduos concebem a sua existência social, como se forma o processo individual de estruturação das opiniões que levam a esta ou aquela decisão e como estes indivíduos apreendem a organização da sociedade em que vivem e as relações sociais a que estão sujeitos. As atitudes políticas fazem parte da psicologia humana e essas atitudes se consolidam pela socialização política, fornecendo base para a formação de opiniões.

Dados referentes a estas questões são colhidos através de *surveys* e são feitas generalizações para toda a população. Segundo Campbell (*apud* FIGUEIREDO, 2008, p. 25):

ao desvendar o trajeto causal que leva ao voto começamos com as influências psicológicas imediatas sobre o ato de votar. [...] Começamos a busca da causalidade em nível psicológico e concebemos o ato de votar como resultante de forças atitudinais.

Estas influências psicológicas recorrem aos estudos das teorias de grupo e psicologia social, que entendem que “a orientação em direções a questões políticas começa antes mesmo dos indivíduos terem idade para votar e, em grande medida, são um reflexo de seu ambiente social imediato, sendo a família o ambiente preponderante” (FIGUEIREDO, 2008, p. 25). Assim, há um processo de socialização política que é um processo de formação de atitudes. E quando formadas as opiniões, as atitudes e as ideias a respeito do mundo, torna-se muito difícil alterá-las. Assim sendo, elas se estabilizam ao longo do tempo.

Este modelo se fundamenta, portanto, em uma lei causal que estabelece que o comportamento político dos indivíduos é função da interação das atitudes a que estes indivíduos estão sujeitos em suas experiências sociais e políticas. Ainda segundo Campbell,

o interesse por política varia substancialmente de indivíduo para indivíduo, de acordo com a intensidade de reação aos estímulos políticos e a importância da política em seu ambiente. Atitudes dessa natureza formam-se cedo pela socialização, e não são uma simples função das origens sociais e econômicas.

O complexo atitudinal que compõe a base para o comportamento dos indivíduos tem dois níveis de profundidade. Um mais superficial, onde os indivíduos desenvolvem um sistema de crenças que orienta a formação de suas identidades, lealdades e solidariedades. E um mais profundo, em que os indivíduos desenvolvem um sistema atitudinal conduzindo-os a um *continuum* “engajamento-alienação”. Ada Finiter (*apud* FIGUEIREDO, 2008, p. 35-36) identificou, a partir dos itens atitudinais, quatro fatores de alienação política: 1) impotência política: sentimento individual de que “eu não tenho influência alguma no que o governo faz”; 2) ininteligibilidade política (aleatoriedade das decisões): sentimento de que as decisões políticas são totalmente imprevisíveis, pois não se vê sentido ou coerência no rol de decisões (no limite, o processo decisório é percebido como sendo totalmente aleatório); 3) anomia política (desrespeito às regras institucionais): percepção de que embora as normas e regras que regem as relações políticas sejam aceitas pelos políticos e ocupantes de cargos públicos importantes, comumente são desrespeitadas; e 4) isolamento político: rejeição dos objetivos e normas políticas amplamente aceitos por outros membros da sociedade.

Assim, a síndrome “engajamento-alienação” indica a tendência do indivíduo em agir ou não e o sistema de crenças constitui a tendência do indivíduo para agir em determinada direção. Estes dois “campos” atitudinais formam um “campo de forças psicológicas” interativas, constituindo-

se como um sistema que não é cativo de grupos ou classes sociais. Portanto, a ideologia não é um elemento decisivo na determinação do voto da maioria do eleitorado. A identificação partidária não ocorre por laços ideológicos ou pragmáticos, ela se baseia em crenças, sentimentos e laços afetivos.

O interesse por política varia de indivíduo para indivíduo de acordo com a importância e os estímulos políticos do seu grupo social. Mas as atitudes políticas e os estímulos não seriam atribuídos pelas origens sociais e econômicas ou pela classe social. Os estímulos começam no ambiente social do indivíduo, que se inicia na família. O grau de importância dispensado à política resultaria na socialização política, que se processaria “no sistema de atitudes compartilhado por indivíduos com características demográficas semelhantes” (FIGUEIREDO, 2008, p. 28).

Tendo como base as atitudes, o comportamento político dos indivíduos poderia ser explicado procurando-se as motivações e as percepções que levariam às escolhas dos indivíduos. Neste sentido, Converse destaca as diferenças existentes nos sistemas de crenças abrigados, de um lado, por atores políticos da elite e, de outro, pela massa que parece estar enquadrada nas esferas de influência das ideias dominantes no nível da elite. O autor demonstra a correlação existente entre o sistema de crença de tipo ideológico e a escolaridade dos indivíduos. Estes últimos relacionam-se com o mundo político de acordo com os seus níveis de conceitualização deste mundo. Neste sentido, o escopo da política é estratificado segundo níveis de compreensão política.

O poder explicativo dessa teoria reside no fato de que, uma vez formadas, as atitudes, opiniões e ideias a respeito do mundo social são relativamente estáveis no tempo; mais importante ainda, tendem a inter-relacionar-se com outras que sejam logicamente consistentes com as anteriores. (CONVERSE *apud* FIGUEIREDO, 2008, p. 29)

Desta maneira, seria possível prever a preferência dos indivíduos por um partido, por exemplo, que defendesse as mesmas ideias que as suas, conhecendo-se as suas opiniões. No entanto, existe certa instabilidade de atitudes frente às questões políticas, prevalecendo opiniões divergentes e diversos graus de conceitualização do mundo político. Assim, torna-se difícil prever a atitude dos indivíduos, conforme constatado por Converse:

somente na porção altamente politizada da sociedade (cerca de 15%, nos países desenvolvidos) os sistemas de crenças são suficientemente estruturados para sustentar previsões de longo prazo. Em outros níveis da sociedade, observa-se que os sistemas de crenças vão perdendo coerência e densidade de conteúdo político, identificando-se até mesmo sistemas verdadeiramente idiossincráticos. (FIGUEIREDO, 2008, p. 29-30)

Face essa dificuldade de previsão do comportamento dos indivíduos, Converse sugere dois caminhos: o estudo do grau de centralidade e do grau de motivação para a política.

O elemento que endogenamente dá maior coerência aos diversos níveis de conceituação é o grau de centralidade que os temas da agenda pública têm na vida cotidiana do cidadão. Isto significa tão simplesmente que as questões em torno das quais ocorrem as disputas políticas não são igualmente politizadas em toda a sociedade. (FIGUEIREDO, 2008, p. 30)

Em níveis de menos sofisticados politicamente, as questões mais centrais têm caráter mais local. “Se a disputa em torno de questões dessa natureza exigir soluções que transcendem o âmbito local do conflito, o nível de sofisticação da compreensão do problema também crescerá” (FIGUEIREDO, 2008, p. 30).

Já o grau de motivação para a política, outro elemento que juntamente com o grau de centralidade permitiria a antecipar os comportamentos, segundo Converse,

[...] pode mudar dramaticamente em curto prazo, de acordo com os detalhes da situação. [...] diferenças motivacionais representadas nos temas mais elásticos do engajamento político são direcionadores, muito mais importantes da estabilidade atitudinal do que as características ‘imputadas’ da educação passada, relativamente inertes. (*apud* FIGUEIREDO, 2008, p. 31)

Para Figueiredo (2008), é necessário, embora insuficiente, conhecer o campo ideológico dos indivíduos para explicar ou prever seus comportamentos futuros. Portanto, a dificuldade preditiva desta teoria reside na instabilidade de opinião da maioria dos eleitores das modernas democracias ocidentais, em função das diferenças de seu sistema de crenças e por expressarem um baixo teor de respostas ideológicas.

2.2 Os Estudos de Rede

De acordo com a revisão anterior, é possível afirmar que a informação política é sempre limitada (Dalton, 2000). Sua disseminação e conseqüente materialização no voto dependem de estruturas de interação, mas cujos resultados podem ser diversos de acordo com o pressuposto adotado que condicionará a interação: se opiniões moldáveis a partir de processos de comunicação (Escola de Columbia), ou se opiniões cristalizadas em razão dos sistemas de crenças, valores e atitudes (Escola de Michigan). Este estudo adota elementos presentes nestas duas abordagens juntamente com os estudos de rede, que apresentam novos aspectos das relações interpessoais na abordagem sociológica, e que apresentaremos a seguir.

Enquanto na Escola Sociológica a interação era intermediada pelo contexto do grupo ou pelos formadores de opinião, nos estudos de rede o indivíduo é colocado no centro do processo. A decisão se estabelece no indivíduo e não no grupo, que se torna secundário. Isto é, na Escola Sociológica, a influência na formação das preferências se baseia em processos de interação que têm lugar nas relações pessoais de maior proximidade, que podemos dizer serem mais íntimas, de maior coesão. A Escola Sociológica é entendida como determinista, uma vez que o comportamento do eleitor em relação à escolha pelo voto poderia ser antecipado dependendo do lugar do indivíduo na estrutura social. Na abordagem por redes, as relações são, de certa forma, mais impessoais, com laços mais frágeis e considerando-se que a participação dos indivíduos se dá em grupos diversos.

A ideia de laços frágeis foi trabalhada por Granovetter (1973). Laços são vínculos que se constroem a partir das relações sociais dos indivíduos e entre grupos. Para o autor, há uma intensidade nessas relações, o que o leva a estabelecer a força entre os laços. Se muito intensos e frequentes, dá-se o nome de laços fortes, que são mais coesos, mais próximos ou íntimos, como em uma amizade, e tendem a se direcionarem a grupos. Já os laços fracos seriam aqueles de menor intensidade e menos frequentes, ou seja, entre conhecidos, como costumamos dizer. Este último tipo, normalmente, se situa na fronteira entre os grupos. Por estarem sujeitos a menos coerção, ou seja, por estarem menos intensamente envolvidos em grupos sociais, são menos tributários a uns ou outros grupos ou mesmo pessoas. Desta maneira, estes laços tornam mais eficaz a difusão de opiniões. Referindo-se a Granovetter, Huckfeldt e Sprague (1995, p. 116) observam que “weak ties are important because they lead to the widespread diffusion of information, whereas strong ties lead to recirculated information that does not travel far”.

Destacaremos, neste trabalho, estudos de dois autores que são referências nesta abordagem de redes: Robert Huckfeldt e Diana Mutz. Mais especificamente, teremos como referência os seus livros “Political Disagreement” (2004) e “Hearing the Other Side” (2006), respectivamente. A produção destes autores recorre à Escola de Columbia quando atribuem importância à interação face a face, à conversa entre os indivíduos. Esta interação se dá através das redes. Os meios de comunicação têm efeito mínimo e as conversas são mais eficientes na difusão das opiniões. Eles lidam com a nossa complexidade social e compreendem que os espaços sociais são muitos e que não são compartimentalizados ou isolados.

No entanto, Huckfeldt e Mutz não concordam em todos os aspectos. Eles também têm pontos de divergência. Huckfeldt parece ter uma percepção mais positiva das interações sociais. Para ele, elas contribuiriam para a melhoria da democracia e da tolerância. Levaria também à maior participação na política, ao mesmo tempo em que também a estimularia. Já Mutz parece ser mais pessimista. Ela observa que os indivíduos tendem a ser mais fechados, se afastando de opiniões divergentes. E isto não seria interessante para a democracia, pois não permitiria a diversidade de opiniões.

Para ambos os autores, o aspecto informacional, ou seja, a influência da informação é importante. Os indivíduos vão buscar informação na rede ou receber informação dela. Porém, a força dos laços nas redes de interação é distinta para aqueles autores. Para Huckfeldt, os laços fracos são mais eficazes na difusão das informações, pois há menor coerção entre os indivíduos neste tipo de laço. Para Mutz, os indivíduos estão mais próximos daqueles que compartilham os mesmos valores, que, neste caso, conversam mais entre si. Ou seja, redes mais coesas, com pessoas homogêneas, são melhores para criar confiança, segundo esta autora (MUTZ, 2006, p. 147)

Em “Citizens, Politics, and Social Communication: Information and Influence in an Election Campaign”, Huckfeldt e Sprague (1995) desenvolvem a ideia de que há uma relação entre o ambiente contextual e a formação de preferência política e de que as opiniões são formadas no processo interativo dos indivíduos a partir de suas relações.

Há uma racionalidade no decisor, pois ele tem interesses e age em busca de informação. Ele tem uma preferência inicial, que pode ser, por exemplo, um dos candidatos à eleição, e ele vai conversar com outras pessoas tendo isso como referência. Nestas interações pode haver a

possibilidade de mudança dos interesses, que vão influenciar as preferências. À medida que interage com a sua rede, a exposição a pontos de vista diferentes possivelmente influencia a confiança entre os interlocutores. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 174)

O que o aproxima da Escola de Columbia é a noção de que não fazemos política sozinhos. Isso se dá através de um processo de emaranhados, de conversas, do face a face, pois não somos indivíduos dependentes, mas, sim, interdependentes.

Por outro lado, Diana Mutz (2006) adota uma posição cética a respeito da viabilidade empírica da promoção conjunta dos ideais de participação política em larga escala, de um lado, e deliberação racional entre pessoas que defendem visões diferentes, do outro. Mesmo que os cidadãos procurem ser mais tolerantes quando escutam outras pessoas que discordam dele, mesmo sabendo das razões que levaram àquela opinião contrária, são poucas as pessoas propensas a engajarem-se em discussão com pessoas que professam opiniões diferentes da sua.

Mutz aponta que ativistas políticos tipicamente fazem parte de redes sociais homogêneas o que contraria o ideal normativo promovido pelos teóricos deliberativos, ou seja, “that people be exposed to oppositional political perspectives through political talk” (MUTZ, 2006, p. 6). Apesar de a democracia ser o espaço da diversidade onde deveriam prevalecer influências transversais (a autora usa o termo *cross-cutting exposure* ou *diverse political network*) com consequências para as atitudes e os comportamentos políticos, este tipo de comunicação não é frequente. A autora analisa três *surveys* de âmbito nacional aplicados nos Estados Unidos da América: 1) *Cross National Election Project (CNEP) survey*, de 1992; 2) outro financiado pela *Spencer Foundation* e desenvolvido pelo *University of Wisconsin-Madison Survey Research Center*, de 1996; e, 3) o *2000 American National Election Study (NES)*. Duas destas pesquisas tinham o objetivo de estudar as influências sociais durante campanhas eleitorais, e a terceira objetivava examinar exposições a pontos de vista políticos opostos (MUTZ, 2006, p. 22). No caso do NES, Mutz constata que, nos Estados Unidos, menos de uma em cada quatro pessoas tem contato regular com pessoas que pensam politicamente diferente e que fazem parte de sua rede (MUTZ, 2006, p. 41).

Ela também acredita que os mais interessados e informados sobre política, e aqueles que detêm as posições mais extremas, são menos prováveis de serem expostos a divergência. As supostas vantagens da democracia deliberativa não parecem ser apreciadas por muitos. Além disso,

aqueles que pertencem a mais associações na verdade têm menos experiência de conversas transversais. E as redes maiores, e não as pequenas, é que estão associadas a mais concordância. O que não quer dizer que mais conversa política esteja associada a resultados mais democráticos.

A exposição a pontos de vista diferentes melhora a tolerância. Indivíduos que lidam melhor com o conflito de ideias, que estão abertos a novos pontos de vista, tendem a aprender mais, pois a divergência faz parte do diálogo democrático. Por outro lado, há desvantagens neste tipo de exposição. No esforço de serem educados ou gentis com indivíduos de opiniões diferentes, os indivíduos optam por se retirarem de envolvimento políticos, como, por exemplo, votar.

Mutz também defende que há um *trade off* entre redes homogêneas e heterogêneas. A primeira propicia a discussão política enquanto a segunda a desencoraja. Para a autora, as pessoas naturalmente procuram a homogeneidade e os cidadãos valorizam a manutenção das normas sociais e da civilidade, acima da busca por objetivos políticos.

Mutz tem uma expectativa mais conservadora, mais cética do que Huckfeldt *et al.*, a respeito da intensidade das redes de comunicação política dentro da sociedade. De acordo com Mutz, Huckfeldt e seus colegas pesquisadores, ao usarem dados do NES, identificaram que uma rede de até quatro interlocutores produziria 24% de probabilidade teórica de ocorrerem acordos unânimes e os outros 76% de ocorrer exposição a alguma discordância. Mutz argumenta que as conclusões daqueles autores resultam de suposições otimistas demais e de infelizes escolhas empíricas. Utilizando-se dos mesmos dados, a autora se deparou com a probabilidade de 34% de alguém estar exposto a, no mínimo, um interlocutor de opinião em desacordo. (MUTZ, 2006, p. 39)

Por que esta discrepância entre 76% e 34%? Segundo Mutz, em parte porque a maioria das pessoas não consegue apontar quatro pessoas com as quais discutem política, o que faz com que “the theoretical expectation for network size – that all respondents will have four discussants – is overly optimistic” (MUTZ, 2006, p. 39). Ademais, Huckfeldt e colegas têm uma concepção diferente da dela do que seria “falta de acordo” (*lack of agreement*). Para eles, se o interlocutor de um respondente da pesquisa não apoia nenhum candidato, este interlocutor é computado “as contributing disagreement to the person’s network” (MUTZ, 2006, p. 39). Outro motivo, é que Huckfeldt *et al.* retira de seus cálculos respondentes que não tenha

interlocutores políticos. O que evidencia de maneira elevada as situações de influências transversais (*cross-cutting*).

O ponto crucial do debate parece ser que Huckfeldt *et al.* acreditam que os contextos são impostos, embora os indivíduos possam escolher com quem conversar dentro daqueles. Mutz defende que as preferências políticas influenciam o contexto social bem como as escolhas sobre com quem conversar.

Quanto aos tamanhos das redes, Mutz observa que o número de interlocutores que sustentam visões políticas opostas aumenta à medida que também aumenta o tamanho da rede. Além disso, em redes maiores, o número de interlocutores que têm opiniões iguais conseguem influenciar aqueles de visão oposta em maior grau do que em redes menores. (MUTZ, 2006, p. 41-44)

Mutz levanta uma série de outras questões, mas, ao final de seu trabalho, diz que a diversidade é muitas vezes perseguida na vida pública; no entanto, no âmbito privado, as pessoas buscam homogeneidade e evitam discussões políticas. Se forçada a escolher entre promover redes homogêneas e ativismo político ou redes heterogêneas e tolerância, Mutz opta pela heterogeneidade. Mas diz que não é somente a discussão entre indivíduos com posições políticas divergentes que importa, mas a exposição a pontos de vista opostos. Mesmo os indivíduos em redes de discussão homogêneas podem ser expostos a mensagens opostas.

Trataremos de algumas das discussões apresentadas até aqui confrontando-as com experimentos computacionais de modelagem e simulação baseada em agentes. Esta técnica será apresentada a seguir.

3. Modelagem Baseada em Agentes

Na introdução a este trabalho já dissemos que os estudos de Comportamento Político, têm, tradicionalmente, recorrido aos já bem disseminados métodos de pesquisa tais como *surveys*, grupos focais, etc., para subsidiar a compreensão da influência da mídia, dos formadores de opinião, da disseminação de opinião, da definição do voto, etc.. Em relação a estes recursos, Eisenberg e Vale (2009, p. 190), fazem uma interessante observação.

Como as pesquisas de opinião pública utilizam informações referentes apenas ao momento da entrevista, elas não conseguem assimilar as alterações na escolha de cada eleitor dadas pela influência que eles recebem a todo momento, seja pelas interações com a mídia ou com outros eleitores. Ao contrário das pesquisas de opinião, o simulador demonstra ser uma interessante ferramenta de análise eleitoral justamente por ter como premissa essas interações.

Em seu texto, eles se referem à simulação computacional como uma ferramenta de pesquisa científica que tem propiciado avanços teóricos. Sua discussão se volta, especificamente, para a necessidade e utilidade deste recurso na produção de prognósticos de processos eleitorais.

De uma maneira mais ampla, este tipo de instrumento tem se difundido significativamente nas Ciências Sociais pelo mundo, no entanto, sua apropriação no Brasil não tem acontecido do mesmo modo. Em nosso país, podemos observar que pesquisadores de outras áreas, como físicos, matemáticos e cientistas da computação têm adotado a modelagem e simulação computacional para pensar sobre problemas específicos de suas áreas. Todavia, problemas tradicionalmente objeto de estudos dos cientistas sociais têm sido explorados por aqueles outros cientistas utilizando-se desta técnica computacional, como é o exemplo da sociofísica, cujo estudo do Prof. André Martins da Universidade de São Paulo (USP) será referenciado no capítulo 6 desta tese, e da ciência da computação, onde podemos citar o projeto “Modelagem e Simulação de Políticas Públicas”³, do Prof. Antônio Carlos da Rocha Costa, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Como nosso trabalho utiliza-se desta técnica, cabe apresentar este tipo de modelagem que tem se mostrado um recurso metodológico alternativo ou, melhor, complementar de investigação teórica com potencial contribuição para os estudos da área. A descrição que se segue foi extraída

³ Para saber mais sobre este projeto, acesse <http://mspp.c3.furg.br/>.

de minha dissertação de mestrado (GOMES, 2007), acrescida de algumas pontuais modificações.

Segundo Berry, Kiel e Elliot, é possível observar que um crescente número de cientistas sociais está em busca de novos métodos que lhes permitam investigar as complexidades da dinâmica social. Para aqueles autores,

[o]ne of the emerging developments is the use of agent-based modeling and simulation to examine how social phenomena are created, maintained, and even dissolved. These models, although diverse in their applications and approaches, generally attempt to create “microworlds” or “would-be worlds” in a computer with the goal of determining how the interactions and varied behaviors of individual agents produce structure and pattern. (2002, p. 7187)

Eles explicam que a modelagem baseada em agentes (*agent-based modeling* ou ABM) supõe que tanto a estrutura como os fatos sociais, por exemplo, os mercados ou os comportamentos cooperativos, são criados a partir da base para o topo do sistema, através de interações entre agentes individuais. Isto é, há uma interação local que se propaga em direção ao sistema como um todo.

Este tipo de simulação é também conhecido como *bottom-up modeling* ou *artificial social systems*. A terminologia mais utilizada é a de *agent-based model*, mas, independentemente do nome que se dá, o importante é saber que seu propósito é entender as propriedades de sistemas sociais complexos através da análise de simulações.

Such modeling and simulation approaches allow us to create new worlds from scratch, modifying various conditions and parameters as the need arises. Agent-based modeling thus examines “emergent” behavior as structure and pattern develop from the microlevel interactions. The models ask questions such as “how do markets and cooperative behavior among agents emerge?” Thus, agent-based modeling also can be seen as “generative” social science, because the goal is to identify the behavioral and environmental mechanisms that create organization and structure in the human realm. (BERRY *et al.*, 2002, p. 7187)

Um dos precursores na Ciência Política a usar a ABM foi Thomas Schelling, que, na década de 70, discutiu segregação racial em seu livro “*Micromotives and Macrobehavior*” (1978). No entanto, ele não usou recursos computacionais. Utilizou-se de uma folha de papel, onde

desenhou os locais que eram ocupados por agentes, que, por sua vez, foram representados por peças coloridas.

Tendo o computador se tornado mais acessível e adequado aos ambientes de pesquisa nesta área do conhecimento, a ABM transforma estes equipamentos, dotados com softwares específicos, em laboratórios (até então privilégio das Ciências Exatas e Naturais) em que os cientistas sociais podem manipular variáveis, seus valores, inserindo, excluindo e combinando os elementos que compõem o objeto analisado permitindo, portanto, lidar de maneira mais integrada com a complexidade do mundo real, sem interferir diretamente nele. Tentativas anteriores de modelagem matemática, a partir do uso de equações diferenciais, buscaram lidar com os fenômenos sociais, mas não conseguiram capturar a sua complexidade.

Nestes laboratórios, é possível modelar o comportamento de agentes individuais e, a partir de suas interações, cria-se uma sociedade artificial. Agentes são representações de atores sociais podendo, portanto, representar pessoas, organizações e Estados, por exemplo. Eles podem atuar e reagir no ambiente computacional onde estão localizados. Também é possível caracterizar cada um destes agentes de maneira distinta atribuindo-lhes, por exemplo, sexo, raça, religião, opinião, posicionamento político, etc., representando, assim, a diversidade da sociedade humana. A partir disso, ainda é possível definir regras de interação entre estes agentes e a relação destes com o ambiente. Eles podem passar informações entre si e agir de acordo com a aprendizagem que adquirem com estas mensagens. Dentre suas vantagens, a modelagem e simulação computacional de agentes propicia verificar como o comportamento individual de cada agente, quando observado coletivamente, pode gerar resultados para a sociedade como um todo. Ou seja, como a relação dos agentes no nível individual (micro) pode produzir padrões sociais (macro). (GILBERT, 2008, p. 5-6)

Axelrod (1997a) também entende que a modelagem baseada em agentes é a principal metodologia para lidar com sistemas complexos. Utilizando recursos de simulação computacional, propriedades emergentes, difíceis de serem modeladas utilizando-se a matemática convencional, têm suas dinâmicas reveladas. “Propriedades emergentes” é o termo usado para se referir a efeitos de larga escala resultantes da interação local dos agentes (AXELROD, 1997a, p. 4).

Assim, este tipo de metodologia permite que cientistas criem, analisem e experimentem mundos artificiais povoados por agentes que interagem de maneira não trivial e que constituem o seu próprio ambiente. Estes mundos são sistemas adaptativos complexos, onde a computação se encarrega de simular o processo cognitivo e o comportamento dos agentes para investigar o fenômeno que emerge dessas relações.

The trick [of this computer simulation approach] is to specify how the agents interact, and then observe properties that occur at the level of the whole society. For example, with given rules about actors and their interactions, do the actors tend to align into two competing groups? Do particular strategies dominate the population? Do clear patterns of behavior develop? (AXELROD, 1997a, p. 3)

Joshua M. Epstein e Robert L. Axtell (1996) referem-se a

agent-based models of social processes as artificial societies. In this approach fundamental social structures and group behaviors emerge from the interaction of individuals operating in artificial environments under rules that place only bounded demands on each agent's information and computational capacity. We view artificial societies as laboratories, where we attempt to "grow" certain social structures in the computer – or in silico – the aim being to discover fundamental local or micro mechanisms that are sufficient to generate the macroscopic social structures and collective behaviors of interest. (p. 3-4)

De acordo com eles, tais experimentos envolvem três ingredientes. São eles os agentes, o ambiente ou espaço e as regras. Suas explicações sobre tais elementos vêm a seguir.

Os agentes são as “pessoas” das sociedades artificiais. Cada um deles tem características internas e regras de comportamento. Algumas características são fixas, enquanto outras se alteram a partir das interações com os outros agentes ou com o próprio ambiente em que estão. Como exemplo, em um determinado modelo, o sexo, a taxa metabólica e a visão são características fixas. As outras que vão se alterar ao longo da vida do agente são a sua riqueza, a identidade cultural e a saúde. Suas alterações dependerão das regras de comportamento do agente e do ambiente onde estão.

O ambiente, que pode ser uma superfície dotada de recursos renováveis ou uma rede de comunicação, será o espaço da sociedade artificial onde a vida será vivida. O importante é

destacar que o ambiente está separado dos agentes, embora seja nele que estes últimos irão operar e se relacionar.

As regras é que determinarão o comportamento dos agentes e do ambiente. Uma regra de movimento, por exemplo, pode ser: olhar ao redor do ambiente até encontrar o lugar mais provido de comida, ir até ela e comê-la. Estas regras vinculam os agentes ao seu ambiente. E há as regras que regulam as relações entre os próprios agentes, como regras de combate e de comércio.

Do ponto de vista metodológico, Axelrod (1997a) localiza esta nova abordagem além da indução e da dedução. Portanto, pode ser considerada uma terceira maneira de fazer ciência, simultaneamente dedutiva e indutiva. O método consiste em iniciar o procedimento com um conjunto de hipóteses a partir do qual serão dedutivamente gerados dados – cuja análise dependerá de validação estatística das simulações “empiricamente” observadas – vale dizer, por indução. Ou seja, ao invés de serem extraídos do mundo real, como no método indutivo, os dados são produzidos por simulação a partir de um rigoroso conjunto de regras específicas.

Whereas the purpose of induction is to find patterns in data and that of deduction is to find consequences of assumptions, the purpose of agent-based modeling is to aid intuition. Agent-based modeling is a way of doing thought experiments. (AXELROD, 1997a, p. 4)

Embora as hipóteses possam ser simples, as consequências podem não ser tão óbvias. Isso porque uma das propriedades dos sistemas complexos, emergência (*emergence*), torna-se presente quando efeitos de grandes proporções são produzidos a partir da interação local dos agentes. Esta propriedade muitas vezes causa surpresa porque não é fácil de ser antecipada mesmo quando se origina de formas simples de interação.

Mas existem modelos em que a emergência pode ser deduzida, utilizando-se a simulação. O autor exemplifica falando dos modelos econômicos neoclássicos. Neles são esperados que atores racionais, com fortes concepções baseadas em informações dadas e capacidade de otimização, façam, entre eles, uma realocação eficiente de recursos através de trocas de custo zero. Porém, se os agentes usarem, ao invés das estratégias otimizadas, a adaptação, ou seja, quaisquer outras atitudes que não aquelas esperadas pelo modelo neoclássico, as consequências

da interação entre eles seriam impossíveis de se prever. Neste momento, a simulação se faz necessária, conforme mostrado a seguir.

Atualmente, o paradigma da Escolha Racional (*Rational Choice*) desfruta de visibilidade crescente dentre os modelos analíticos das Ciências Sociais, podendo ser percebido, por exemplo, pela larga utilização da Teoria dos Jogos, que se fundamenta naquela ideia. Axelrod atribui isso, única e exclusivamente, à possibilidade frequente da dedução. Mas percebe, nas formas de comportamento adaptativo, a principal alternativa à Escolha Racional. Neste tipo de comportamento adaptativo, os agentes seguem regras retroalimentadas que, portanto, tornam não linear o resultado do processo de interação. Imprevisível, portanto, a partir dos métodos tradicionais. Deste modo, a simulação de modelos baseados em agentes é, muitas vezes, a única forma viável de estudar agentes adaptativos.

Axelrod lembra que, embora a modelagem baseada em agentes utilize a simulação, o seu objetivo não é fazer uma representação apurada de uma aplicação empírica, em particular. Mesmo porque, como já visto, modelos são representações parciais da realidade – sem a pretensão, portanto, de replicá-la integralmente. Em vez disso, o alvo é precipuamente teórico: o que se quer é enriquecer o entendimento acerca de processos básicos que aparecem em uma variedade de aplicações. Por mais complicados que sejam os objetos estudados, os modelos têm que ser o mais simples possível. Como dizia Einstein, “everything should be as simple as it is, but not simpler”. A complexidade de um modelo baseado em agentes deve estar nos resultados simulados e não nas suas hipóteses. Portanto, modelos devem ser julgados por seus resultados e não por seu preciosismo ou exatidão. É como no Dilema do Prisioneiro: um modelo simples, mas capaz de capturar a tensão entre egoísmo e a necessidade da busca pela cooperação.

Uma vez apresentados os conceitos que envolvem a prática da modelagem baseada em agentes, passaremos a partir de agora a tratar da questão central deste trabalho que é o estudo dos modelos de Axelrod, Huckfeldt *et al.* e CODA, de André Martins, para em seguida tratar do experimento que irá envolver também Mutz, além destes três.

4. O Modelo de Difusão Cultural de Axelrod

O modelo de difusão cultural de Axelrod é referência para aqueles que desejam explorar temas como rede social, sobrevivência da diversidade e difusão de opinião, para citar alguns exemplos. Uma das questões levantadas por este modelo é a de que, ao longo do tempo, as interações humanas tendem a uma situação de homogeneização de opiniões. Apresentaremos o modelo, a seguir.

Este modelo atrai interesse tanto de cientistas sociais como de físicos. Seu sucesso entre os primeiros se deve à inclusão de dois mecanismos que acredita-se serem fundamentais no entendimento da dinâmica de assimilação cultural (e diversidade): influência social e homofilia.

The first is the tendency of individuals to become more similar when they interact. The second is the tendency of likes to attract each other, so that they interact more frequently. These two ingredients were generally expected by social scientists to generate a self-reinforcing dynamics leading to a global convergence to a single culture. It turns out instead that the model predicts in some cases the persistence of diversity. (CASTELLANO *et al.*, 2009, p. 613)

Interessado em compreender como comunidades se desenvolvem, no sentido de como nós nos tornamos o que somos através de nossas interações com os outros (um pressuposto da Escola de Columbia), Robert Axelrod analisa uma parte deste processo evidenciando que o ponto central da questão é o compartilhamento cultural. É ele que propiciaria a um grupo de pessoas condições de organizarem-se, de desenvolverem-se, de funcionarem bem em conjunto. Reconhecendo que, nos tempos modernos, os governos promovem cultura através de diversos mecanismos, Axelrod direciona seu estudo para entender como a disseminação cultural funciona previamente à presença de um governo. Sua pergunta de partida é

How do people come to share enough in the way of language, habits, beliefs, and values that they can build the basis of common institutions such as effective government? (AXELROD, 1997a, p. 145)

O autor tem publicado seu trabalho que responde a este questionamento no artigo “The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization”, de 1997, e foi reeditado no mesmo ano como um capítulo de seu livro “The Complexity of Cooperation”. Seus estudos levaram ao desenvolvimento de um modelo de influência social, que seria “the way people tend to change each other in the very process of interaction” (AXELROD, 1997a,

p. 145). O mecanismo proposto compreende que as pessoas tornam-se mais semelhantes à medida que interagem, mas não se tornam iguais.

Dentre a série de aspectos que podem influenciar as pessoas entre si, tais como crenças, atitudes e comportamentos, considerados responsáveis pela maior parte do processo, há outras influências interpessoais como linguagem, arte, padrões técnicos e normas sociais. No entanto, “cultura” é o rótulo mais genérico, que pretende designar de maneira agregada todos estes traços. Este termo é usado no modelo de Axelrod para indicar o conjunto de atributos individuais que estão sujeitos à influência social, embora não haja uma cultura uniforme dentro de uma sociedade.

Assim, a investigação é sobre como as pessoas se influenciam umas às outras, dado um conjunto de características, e porque esta influência não leva à homogeneidade. (AXELROD, 1997b, p. 204). Neste sentido, Axelrod se pergunta: “If people tend to become more alike in their beliefs, attitudes, and behavior when they interact, why do not all such differences eventually disappear?” (AXELROD, 1997b, p. 203)

A difusão cultural entre grupos é dependente do número de características que eles têm em comum. Além disso, esta dependência é uma função do número de características culturais, da extensão das interações e do tamanho da região geográfica. O modelo de influência social de Axelrod dá a devida atenção ao fato de que os indivíduos com características semelhantes são mais suscetíveis de influenciar-se mutuamente do que os indivíduos com características diferentes.

É importante esclarecer que nosso interesse no modelo não se vincula à compreensão sobre o que é cultura, seus conceitos ou teorias, mesmo porque Axelrod não aponta seu modelo nesta direção. Daí não fazemos este tipo de discussão neste trabalho.

O modelo de difusão cultural de Axelrod é um clássico recorrentemente referenciado em estudos de modelagem e simulação, de um modo geral, e, mais especificamente, em estudos de difusão ou dinâmica de opiniões. Esse modelo pressupõe que se pode caracterizar a cultura por uma série de dimensões ou características, tais como linguagem, hábitos e crenças. Para cada um deles, existe um conjunto de valores que uma característica pode assumir. Axelrod propõem que a cultura pode ser reduzida a uma sequência de números, onde cada um deles representaria

características, também chamadas de “dimensões de cultura”. Portanto, existe um conjunto de valores que uma característica pode assumir. (AXELROD, 1997b, p. 208)

Because the model can be abstract about the specific content of an individual's culture, it describes a culture as a list of features or dimensions of culture. For each feature there is a set of traits, which are the alternative values the feature may have. For example, one feature of a culture could be the color of belt that is worn, and the traits would be the various alternative colors that might be worn in a society. To be concrete, suppose that there are five features and each feature can take on any one of ten traits. Then a culture can be described as a list of five digits such as 8, 7, 2, 5, and 4. In this case, the first cultural feature has the eighth of its possible values. This abstract formulation means that two individuals have the same culture if they have the same traits for each of the five features. The formulation allows one to define the degree of cultural similarity between two individuals as the percentage of their features that have the identical trait. (AXELROD, 1997a, p. 154)

Assim sendo, o seguinte exemplo é dado: uma determinada sociedade adota cinco características que a identificam. Cada uma destas características pode ter dez variações. Desta maneira, a cultura desta sociedade pode ser descrita como uma lista de cinco números, tais como 8, 7, 2, 5 e 4. Neste exemplo, o primeiro aspecto cultural tem o oitavo dos seus possíveis valores, o segundo aspecto o sétimo valor e assim sucessivamente.

Conseqüentemente, indivíduos terão a mesma cultura se eles tiverem os mesmos conjuntos de características (*features*) e os mesmos traços (*traits*). Ou seja, se os indivíduos coincidem em um mesmo conjunto de valores, então eles compartilham a mesma cultura.

O modelo trabalha com uma distribuição geográfica de agentes individuais distribuídos em uma área de 10 x 10 lugares (*sites*) onde cada agente se localiza. Esta localização é fixa e os agentes não se locomovem de um lugar para outro. Cada agente pode interagir com seus vizinhos imediatos, ou seja, cada agente tem quatro vizinhos estando um ao norte, um ao sul, um a leste e um a oeste. Aqueles localizados nas bordas, ou nos limites do espaço têm somente três vizinhos. Os das quatro pontas têm somente dois vizinhos. A Figura 1 abaixo apresenta esta distribuição geográfica, hipotética neste exemplo.

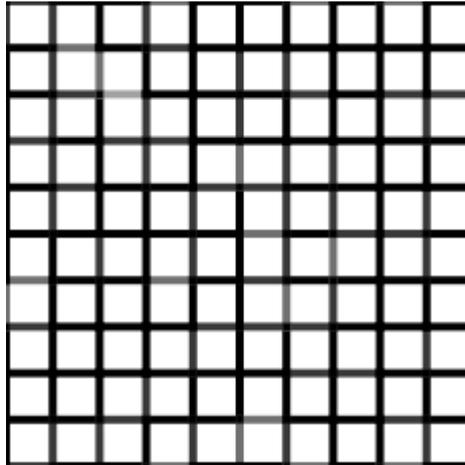


Figura 1: Distribuição geográfica do modelo

Inicialmente, há uma distribuição aleatória cultural entre os indivíduos. Na Tabela 1 é possível ver um exemplo desta distribuição.

Observe o local destacado na Tabela 1, através de um grifo. Aquele indivíduo tem aspectos culturais que coincidem com alguns de seus vizinhos: um aspecto (8) com o vizinho da esquerda e dois aspectos (3 e 0) com o vizinho ao sul. Uma olhada geral nos mostra que há uma grande diversidade cultural naquele espaço.

Tabela 1: Exemplo de distribuição aleatória inicial

74741	87254	<u>82330</u>	17993	22978	82762	87476	26757	99313	32009
01948	09234	67730	89130	34210	85403	69411	81677	06789	24042
49447	46012	42628	86636	27405	39747	97450	71833	07192	87426
22781	85541	51585	84468	18122	60094	71819	51912	32095	11318
09581	89800	72031	19856	08071	97744	42533	33723	24659	03847
56352	34490	48416	55455	88600	78295	69896	96775	86714	02932
46238	38032	34235	45602	39891	84866	38456	78008	27136	50153
88136	21593	77404	17043	39238	81454	29464	74576	41924	43987
35682	19232	80173	81447	22884	58260	53436	13623	05729	43378
57816	55285	66329	30462	36729	13341	43986	45578	64585	47330

A dinâmica do modelo é a seguinte: aleatoriamente um agente é escolhido (agente ativo). A partir dele um dos seus vizinhos é escolhido (agente passivo). A probabilidade de estes dois interagirem é igual ao número de características coincidentes dentre aquelas possíveis. Na situação do parágrafo anterior, o agente ativo tem duas características com valores coincidentes com seu vizinho do sul (3 e 0). Duas características, dentre cinco totais, significam 40% de chances de interação entre eles. Na sequência, o agente ativo poderia adotar, também aleatoriamente, uma das outras características culturais não coincidentes (se existirem), o que no nosso exemplo aumentaria as chances de interação futura entre eles para 60%, aproximando, assim, os interesses culturais entre eles.

Este processo se repete até que nenhuma mudança ou transmissão cultural possa mais acontecer. Nesta condição os agentes vizinhos ou são idênticos ou são completamente diferentes.

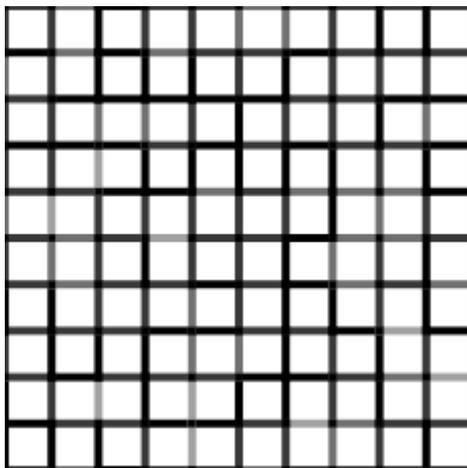


Figura 2: Distribuição inicial

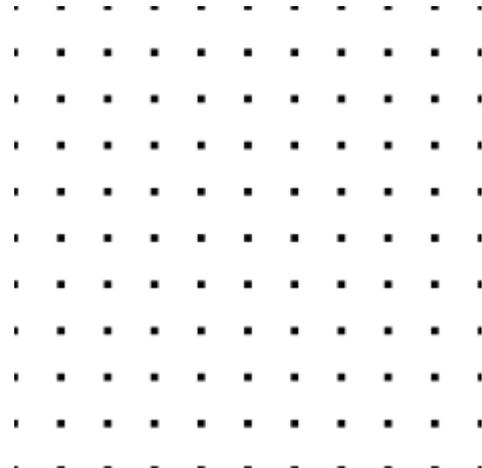


Figura 3: Situação final

As Figuras 2 e 3 ilustram a situação inicial de uma distribuição aleatória e a situação final após o sistema ter atingido o seu equilíbrio. Neste exemplo, foram consideradas cinco características culturais ($f = 5$) e cinco traços culturais ($t = 5$). Observe-se que a situação final apresenta uma homogeneidade cultural entre os agentes. Os pontos indicam os vértices dos quadrados que representam o *site* onde se localiza cada agente. O espaço entre os pontos representa o grau similaridade cultural entre os vizinhos. A linha branca, situação apresentada na Figura 3, indica que os traços culturais são idênticos entre aqueles vizinhos. À medida que as tonalidades de

cinza caminham para o preto, situações que podem ser encontradas na Figura 2, aumentam as diferenças entre aqueles vizinhos.

O autor explora o comportamento agregado da sociedade estabelecida a partir do seu modelo. Para isso, ele estuda a distribuição espacial que emerge como que representando regiões culturais. Ou seja, com o passar do tempo, surgem regiões contíguas originadas do compartilhamento cultural entre os agentes ali presentes. Nesta situação, o conjunto de características é idêntico representando 100% de chance dos agentes interagirem entre si.

Algumas perguntas são levantadas pelo autor: 1) como regiões culturais se desenvolvem? Todos compartilham a mesma cultura ou distintas regiões culturais desenvolvem-se? O sistema se estabiliza? Se sim, em quanto tempo essa estabilidade é alcançada? (AXELROD, 1997b, p. 209)

Para responder a estas perguntas, Axelrod executa seu modelo. Observando a simulação, algumas respostas podem ser encontradas (AXELROD, 1997b, p. 210-211):

- 1) Inicialmente, há poucas semelhanças culturais entre os agentes e, portanto, é baixa a possibilidade de interação entre eles. Mas, mesmo a partir das poucas interações possíveis, os agentes vão se tornando semelhantes e a possibilidade de novas interações se amplia;
- 2) Ao longo do tempo, áreas de culturas específicas tendem a se formar tornando-se cada vez maiores;
- 3) Eventualmente, nenhuma outra alteração torna-se possível. Isto acontece quando os vizinhos, tomados em pares, são idênticos ou totalmente diferentes;
- 4) Inicialmente, há quase o mesmo número de regiões e *sites*. Mas, eventualmente, há algumas poucas regiões. Uma indicação de que há resistência quanto à homogeneização é o número de regiões restantes quando não há mais possibilidade de mudança. O número de regiões estáveis é o número de regiões culturais que passam a existir quando não houver mais nenhuma região cultural em comum com outras regiões adjacentes a ela;
- 5) É possível identificar a origem de regiões culturais retrospectivamente através do acompanhamento passo a passo ao longo das simulações. No entanto, não é possível saber se a região cultural estabelecida em um determinado momento irá persistir ao longo do tempo, ou seja, no decorrer da simulação.

Embora a dinâmica do modelo indique tendência à convergência cultural entre vizinhos, regiões distintas podem se apresentar quando o processo de convergência se encerra. Isso pode ser observado nas figuras abaixo.

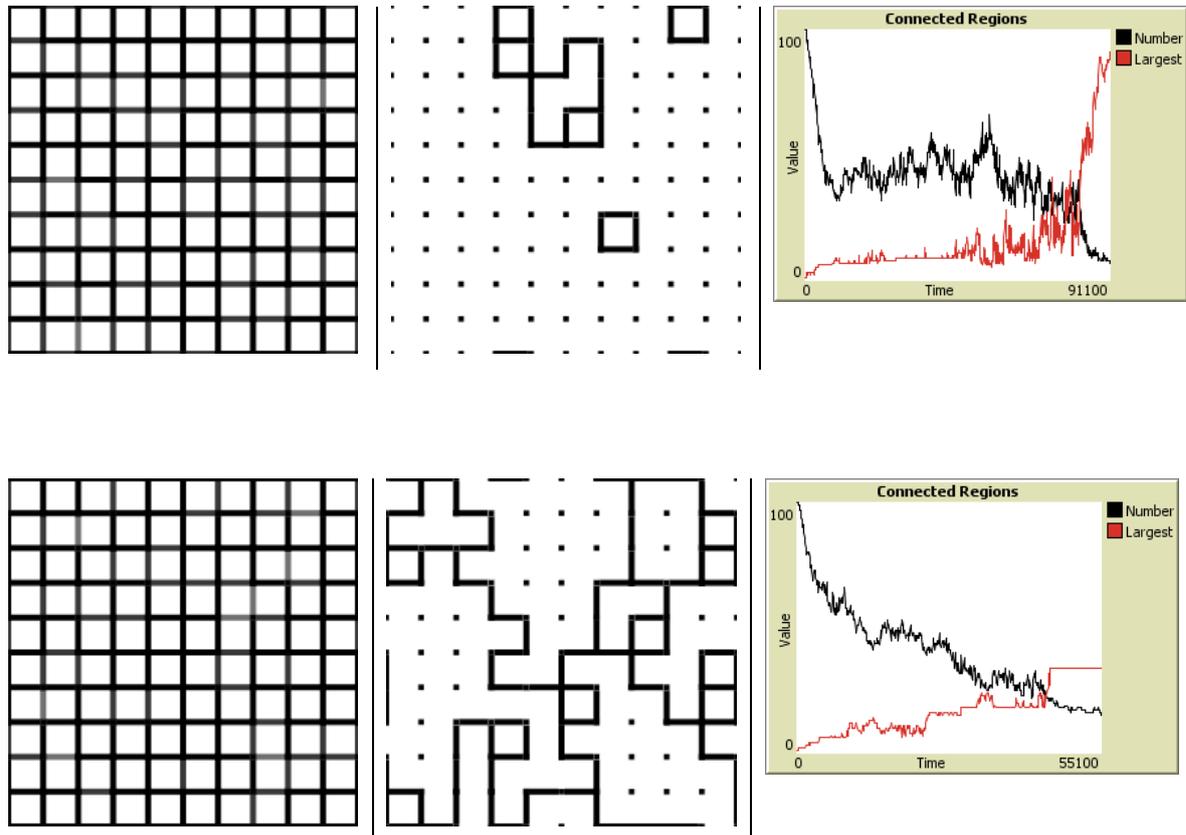


Figura 4: Exemplos de execuções do modelo

A Figura 4, representa duas execuções do modelo indicando a distribuição aleatória inicial (esquerda), a situação final (centro) e o gráfico (direita) que indica a evolução do sistema ao longo da execução do modelo. As delimitações que podem ser observadas na figura do centro, indicam diferentes regiões em que as características culturais são diferentes das outras regiões adjacentes a ela. No entanto, há identificação cultural interna a cada uma dessas regiões. A linha preta indica o número de regiões com um conjunto de agentes idênticos. A linha vermelha indica o número de agentes na maior região.

Quando reproduzimos o modelo, baseado na tabela 2 do texto de Axelrod (veja abaixo), encontramos resultados diferentes (veja Tabela 3).

Tabela 2: Número médio de regiões estáveis

<i>Number of Cultural Features</i>	<i>Traits per Feature</i>		
	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
5	1.0	3.2	20.0
10	1.0	1.0	1.4
15	1.0	1.0	1.2

NOTE: These runs were done with a territory of 10×10 sites, and each interior site had four neighbors. Each condition was run 10 times.

Fonte: AXELROD (1997b, p. 212)

Assim como no experimento de Axelrod, para cada par de “Número de Características Culturais” (*features* = f) e “Traços Culturais” (*traits* = t) com os valores 5, 10 e 15 combinados, a simulação foi executada 10 vezes. A média de Regiões Estáveis alcançadas estão mostradas na Tabela 3, abaixo.

Tabela 3: Média de regiões estáveis a partir da reprodução do modelo

Número de Características Culturais (f)	Número de Traços Culturais (t)		
	5	10	15
5	1,0	1,9	8,1
10	1,0	1,0	1,2
15	1,0	1,0	1,0

Apesar de termos encontrado valores absolutos diferentes (o que é esperado uma vez que as condições iniciais são aleatórias), quando comparamos as duas tabelas, podemos fazer conclusões similares às que Axelrod apresentou:

- 1) quando fixamos $t = 10$ e aumentamos f de 5 a 15, o sistema tende a convergir para uma única região estável. Aumentando-se f , intuitivamente espera-se maior dificuldade de estabilidade cultural. No entanto, podemos observar que os resultados contrariaram esta percepção. A estabilidade é alcançada mesmo com f maiores. Isto porque quanto maior f , maior a possibilidade de dois agentes terem traços culturais iguais permitindo, assim, a

interação entre eles. Dessa forma, quanto mais características culturais uma cultura possuir, maior a possibilidade de seus vizinhos terem algo em comum e maior a possibilidade de convergência cultural entre eles.

- 2) quando aumentamos t em cada f , obtemos também um resultado curioso que é o oposto do que foi observado no item 1 acima. Ou seja, tomando-se como referência $f=5$, verificamos o aumento do número médio de regiões ao caminharmos na Tabela 3 (ou mesmo na Tabela 2) de $t=5$ para $t=15$. Quando há poucas características e muitos traços culturais, há uma boa chance de dois vizinhos não compartilharem características similares e, portanto, não ocorrer a interação. O que facilita a formação de regiões que não terão nenhuma característica em comum com suas regiões adjacentes.

Resumindo, mais dimensões culturais levam a menos regiões estáveis, mas mais alternativas em cada uma dessas dimensões levam a mais regiões estáveis.

Neste sentido, mantendo-se as regras de interação e de atualização de opiniões dos agentes, podemos dizer que, em uma sociedade em que há muitos temas políticos tais como, partido político, religião, time de futebol, este modelo indicaria uma tendência à homogeneização das opiniões relativas a estes temas. No entanto, a realidade democrática não se apresenta dessa forma, pois se mostra heterogênea, diversa, plural. É este tipo de inconsistência que é questionado por Huckfeldt *et al.* e que trataremos mais à frente.

Ao final do artigo, em suas conclusões, a compreensão básica de Axelrod é de que “the opportunity for interaction and convergence is proportional to the number of features that two neighbors already share” (AXELROD, 1997a, p. 171). Isto é, quanto maior o número de características que dois vizinhos compartilham, maior a possibilidade de interação e de convergência entre eles. Mas, do ponto de vista real, Axelrod considera que estas interações tendem a se tornarem independentes da distância geográfica uma vez que os avanços na área de transporte, mídia e tecnologia da informação propiciam uma nova dinâmica de interações. E destaca que as comunicações eletrônicas nos permitiram estabelecer padrões de interação que não mais serão impostos geograficamente, mas serão escolhidos, o que ele chama de auto seleção (*self-selection*). Para ele, “[...] such self-selection could result in an even stronger tendency toward both “local” convergence and global polarization. Only then the ‘local’

convergence will be based not on geography, but on emergent patterns of more or less like-minded communication” (AXELROD, 1997a, p. 174).

Axelrod reconhece que seu modelo é ambicioso, pois lida com a maneira como nossas identidades são moldadas: “who we are affects whom we interact with, and whom we interact with shapes who we become” (AXELROD, 1997a, p. 146). Vários outros modelos surgiram como extensões que se derivaram dele, que continua sendo largamente analisado pelas mais diversas áreas do conhecimento, e serve de inspiração ou provocação para outros estudos, como é o caso do modelo que desenvolvemos para esta pesquisa e do modelo de formação de opinião de Huckfeldt *et al.*, que apresentamos a seguir.

5. O Modelo de Formação de Opinião de Huckfeldt, Johnson e Sprague

Em 2004, Huckfeldt, Johnson e Sprague publicaram o livro “Political Disagreement: The Survival of Diverse Opinions within Communication Networks”. Neste trabalho eles verificaram a capacidade dos cidadãos de sustentarem suas discordâncias dentro de suas redes de discussão e as consequências dessas desavenças na participação eleitoral. Os autores definem discordância em termos da “interaction among citizens who hold divergent viewpoints and perspectives regarding politics” (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 3-4).

Quando expostos a novas informações, isto é, a diferentes pontos de vista, os indivíduos são forçados a

to engage in a critical re-examination – they think more deeply and attend more carefully to the substance of the political disagreement. Even when citizens reject the disagreeable preference, they are forced to reconsider the justification for their own position, and in this way political change can be seen to occur regardless of the manner in which disagreement is resolved” (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 26).

Segundo as visões convencionais, as conversas sobre política se dão em contextos sociais caracterizados por opiniões homogêneas. Isto é, em situações em que as pessoas discutem assuntos políticos, elas tendem a fazê-lo na companhia daqueles que pensam como eles. Sobre isso Huckfeldt e seus colegas chamam a atenção para o fato de que

[i]f collective deliberation among citizens in a democracy does not involve disagreement, its fundamental value is called into question. At the same time, if disagreement produces politically disabling consequences – if individuals withdraw from political life as a consequence of disagreement – then the democratic potential for a shared process of collective deliberation is correspondingly undermined. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 182)

A tese dos autores considera que a discordância não é rara entre os cidadãos, nem se extingue com os padrões de interação social. As propriedades das redes sociais das quais as pessoas fazem parte sustentam padrões de desacordo e propiciam a sobrevivência da diversidade de opinião ao longo do tempo.

Para fundamentar este argumento, Huckfeldt e seus colegas se focam na comunicação política entre os cidadãos durante a campanha para as eleições presidenciais dos Estados Unidos, entre

Al Gore e George W. Bush. Uma das baterias de pesquisa utilizada é a The 2000 National Election Study (NES), que avalia a rede de comunicação dos respondentes, permitindo identificar padrões e consequências da discordância política dentro de redes de comunicação. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 37)

Nessa pesquisa, os autores constataram que os respondentes discutiram política com outras pessoas que tinham preferências eleitorais diferentes. Dos eleitores que apoiavam Bush, 64,3% disseram que nenhuma das pessoas com as quais se discutia política apoiavam Al Gore. E 63,2% dos que apoiavam Al Gore disseram que nenhuma das pessoas com as quais discutiam política apoiavam Bush. Ou seja, não foi constatada homogeneidade política segundo os critérios estipulados pelos autores. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 37)

No entanto, estas expectativas são frustradas quando os autores utilizam o modelo de difusão cultural de Axelrod. Neste modelo, as características culturais (*features*) para Huckfeldt e seus coautores podem ser atitudes políticas, avaliações de candidatos ou lealdades e identificações políticas, por exemplo. Os traços culturais (*traits*) seriam as opiniões que os indivíduos têm sobre as *features*, tais como, participar ou não de uma manifestação, avaliar como boa ou ruim a atuação de um candidato ou se identificar com candidatos Democratas ou Republicanos, por exemplo. O resultado da aplicação deste modelo, apresentado nesta tese no capítulo anterior, é inesperado para Huckfeldt e colegas.

The experience of disagreement is always extinguished so that, at equilibrium, none of the agents encounters divergent opinions through interactions with other agents. As Axelrod points out, it is still possible – under some conditions – to preserve diversity, but this diversity is always organized into spatially self-contained groups on the grid with impermeable communication boundaries. That is, the distribution of traits is homogeneous within groups, entirely divergent between groups, and thus interaction never occurs between agents holding different opinions. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 13)

Os autores reconhecem que este resultado é formidável, pois mesmo quando os agentes resistem à interação com outros agentes que mantêm discordâncias, eles são incapazes de evitar a homogeneização. E não existe um controle central que oriente o comportamento dos agentes. Pelo menos em sociedades democráticas, esta homogeneidade não deveria se estabelecer, o que reforça a surpresa dos autores já que os resultados da simulação podem ser contestados empiricamente, inclusive, através da pesquisa utilizada por eles.

Tendo se deparado com esta situação, os autores levantam algumas questões que envolvem a interação entre indivíduos, sua tomada de decisão, e a relação com a diversidade política: “How should we understand the dynamic mechanisms of communication and influence – mechanisms that guide individual decision even as they sustain diversity? [...] does the structure of communication among citizens account for the survival of diverse political preferences?” (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 124)

Na tentativa de responder a essas perguntas, Huckfeldt, Johnson e Sprague desenvolvem um Modelo de Formação de Opinião. Este é um modelo computacional baseado em agentes onde fazem ajustes na lógica de interação e comunicação utilizada pelos agentes do Modelo de Difusão Cultural de Axelrod e concluem que

[n]one of these changes generated a model that preserves the diversity of individual experience. The tendency for repeated social interactions to squeeze out diversity appears to be pervasive across all these adjustments. We might call this phenomenon “cultural drift,” an analogy to the homogenization referred to as “genetic drift” in population biology [...]. As long as the interactions remain strictly dyadic and opinion adjustment reflects only individual level information, we expect to find cultural drift that homogenizes public opinion. (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 150)

Após algumas modificações, os autores alcançam um resultado satisfatório. Eles adotam uma nova concepção que considera adaptações na maneira como os indivíduos respondem às diferenças de opinião. Eles argumentam que a discordância entre indivíduos associados é um resultado frequente e que a homogeneidade política dentro de redes de comunicação não é uma consequência inevitável da comunicação política entre os cidadãos. Ainda, eles sustentam que é provável que surja a diversidade de experiência e opinião mesmo que nenhum indivíduo queira intencionalmente cultivar a diversidade.

Após executar os experimentos, os autores concluem que, em primeiro lugar, é importante separar a comunicação da informação (*communication of information*) da persuasão da informação (*persuasiveness of information*). “Even effectively communicated messages may lack influence, and this analysis points to the importance of interdependent citizens as discriminating consumers of political information” (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 179). Segundo, os resultados sugerem que a influência política é parte integrante de um processo autoregressivo de influência social. “People judge new information in the context of old information, and to the extent that new information does not correspond with information they

have already collected, it is less likely to be persuasive” (HUCKFELDT *et al.*, 2004, p. 179). E finalmente, esta estrutura autoregressiva é responsável por sustentar a heterogeneidade e a diversidade política em grandes populações, bem como por preservar a experiência da discordância política por parte dos cidadãos.

6. O Modelo CODA

6.1 Dinâmica de Opiniões

A despeito das diversas temáticas tratadas no âmbito da Sociofísica, tais como disseminação cultural, dinâmica da linguagem (formação e evolução de um idioma e a competição entre diferentes idiomas), dinâmica de multidões, emergência de hierarquias, difusão de fenômenos sociais, coevolução de estados e topologia e dinâmicas humanas (CASTELLANO *et al.*, 2009, p. 593), iremos nos ater a uma área que se tornou *mainstream* (GALAM, 2012, p. 169) e que se relaciona com este trabalho que é a Dinâmica de Opiniões.

André Martins nos explica que,

Dinâmica de Opiniões é a área da Sociofísica que lida com o problema de como padrões sociais de opiniões (por exemplo, consenso ou extremismo) podem surgir como consequência de interações entre agentes artificiais que se influenciam mutuamente. Isso coloca um problema sério para a área, a saber, como descrever o comportamento de agentes que, de alguma forma, representem o que pessoas reais fariam, ainda que de forma aproximada. Seres humanos, quando tomam decisões sobre o que acreditam, se comportam de forma complexa e difícil de descrever. (MARTINS, 2009, p. 15)

Físicos estatísticos trabalham nesta área com o objetivo de definir o estado de opinião de uma população e os processos que determinam mudanças neste estado. Para Castellano e seus colegas, o desenvolvimento dessa área quando da publicação de seu trabalho “Statistical physics of social dynamics”, em 2009, não era coordenado, se fundamentando em experiências individuais, onde a mecânica social era formalizada em expressões matemáticas sem um enquadramento que fosse compartilhado de maneira geral e, muitas vezes, desvinculado de estudos sociológicos desenvolvidos pelos pesquisadores das Ciências Sociais. A partir do ano 2000, os físicos têm atuado mais ativamente na dinâmica de opinião, o que levou ao desenvolvimento de muitos modelos. (CASTELLANO *et al.*, 2009, p. 598)

Alguns destes modelos se tornaram referência e, portanto, base para o desenvolvimento de outros modelos. Eles serão apresentados a seguir.

Os modelos de dinâmica de opinião são tipificados sob as nomenclaturas abaixo, que se caracterizam por diferentes formas de interação entre agentes e diferentes regras sob as quais suas opiniões são modificadas. O que Huckfeldt *et al.* (2004) chamaram, respectivamente, de processo de seleção e de processo de persuasão.

Na literatura, podemos encontrar outros modelos, por exemplo, Impacto Social e Q-voter, mas ficaremos com estes aqui apresentados, pois são os mais referenciados.

Quadro 1: Tipificação dos Modelos de Dinâmica de Opiniões

Modelos Discretos	Modelos Contínuos	Modelo Híbrido
Voter	Deffuant-Weisbuch	CODA
Sznajd	Hegselmann-Krause	
Maioria		
Do Contra		

Fonte: elaboração do autor a partir de Martins (2009) e Castellano *et al.* (2009)

Modelos Discretos

São modelos que lidam com situações em que as opiniões expressas pelos indivíduos são resultantes de uma escolha dentre um número determinado de opções. Por exemplo, a escolha por um partido político, por um time de futebol e por participar de manifestações ou não. A opinião é uma variável discreta que representa uma possível situação em vários momentos. Mas a posição de um indivíduo pode variar facilmente de um extremo ao outro dentre um conjunto de escolhas possíveis. (CASTELLANO *et al.*, 2009, p. 608; MARTINS, 2009, p. 17)

Modelo Voter

Neste modelo, um agente escolhe aleatoriamente o seu vizinho e assume como sua opinião a opinião deste vizinho.

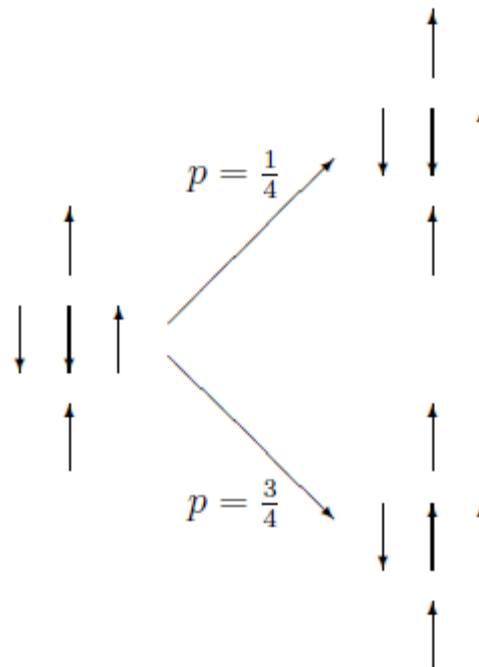


Figura 5: Modelo Voter

Fonte: MARTINS (2009, p. 19)

“A evolução temporal deste modelo pode ser obtida mesmo em redes revelando como o sistema tende ao consenso. Observa-se que a evolução depende da dimensão da rede, se alterando com o número N de agentes de formas diferentes para $d = 1$, $d = 2$ ou $d > 2$.” (MARTINS, 2009, p. 19-20). O modelo de difusão cultural de Axelrod é do tipo voter e, como já visto, ele indica a tendência ao consenso, de acordo com a dimensão da rede, portanto.

Modelo Sznajd

Aqui, os agentes são influenciados por um grupo de indivíduos com a mesma opinião, o que pode influenciar seus vizinhos de maneira mais eficaz do que um único indivíduo conseguiria.

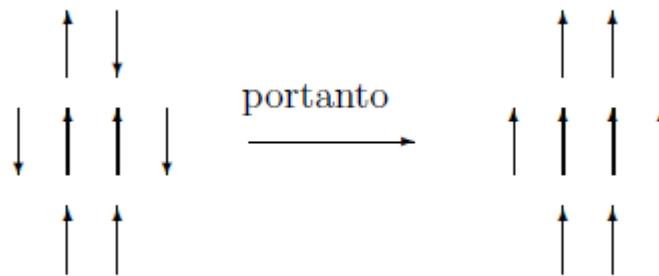


Figura 6: Modelo Sznajd

Fonte: MARTINS (2009, p. 20)

“[A] ideia sobre a qual o modelo é construído é a de que dois agentes se encontram e, quando concordam, são capazes de propagar sua crença comum a todos os seus vizinhos (em comum ou não)”. A vantagem deste modelo sobre o voter é que a influência em mais lugares na rede acelera a convergência de opiniões. Na figura acima, “há 6 vizinhos que são influenciados metade das vezes, quando há concordância, ou seja, em média, a cada iteração, o modelo atinge três agentes, enquanto, no “voter”, apenas um agente muda sua opinião a cada iteração”. (MARTINS, 2009, p. 20)

Modelo da Maioria

Neste modelo um grupo de agentes é sorteado, debatem o tema apresentado e adotam a opinião da maioria.

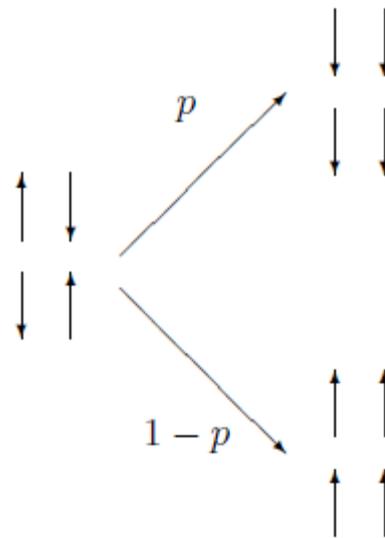


Figura 7: Modelo Maioria

Fonte: MARTINS (2009, p. 21)

“Na figura acima, assumindo que o grupo sorteado seja o da direita, há um empate entre as duas opiniões e nenhuma maioria clara. Neste caso, uma das opiniões vai ser adotada pelo grupo inteiro com probabilidade p e, conseqüentemente, a opinião oposta será adotada por todos como probabilidade $1 - p$ ”. Para as extensões deste modelo onde há três opções de escolha ao invés de duas, foi observado o aparecimento de consenso. (MARTINS, 2009, p. 22)

Modelo do Contra

Os modelos acima se baseiam em agentes homogêneos que são igualmente influenciados pelos demais. Mas há uma variação em que são introduzidos agentes “do contra” (*contrarians*), “que mudam de opinião no sentido oposto de seus vizinhos. [...] A introdução deste tipo de agentes gera uma série de efeitos interessantes. Em especial, o consenso não é mais atingido pela sociedade como um todo, uma vez que haverá sempre algum agente que irá discordar. [...] A]gentes do contra também podem ter um impacto significativo na emergência ou não de extremistas.” (MARTINS, 2009, p. 22)

Modelos Contínuos

São modelos que lidam com situações em que as opiniões expressas pelos indivíduos podem variar de um extremo a outro dentro de um intervalo. A interação dos agentes só acontecerá se a diferença entre suas opiniões estiver dentro de um limiar definido. Estes modelos

formam uma classe distinta de modelos de Dinâmica de Opiniões, os modelos de confiança limitada. Nestes modelos, cada agente tem uma opinião que é tipicamente representada por um número entre 0 e 1, mas outros intervalos são possíveis. Além disso, cada agente também tem um limiar para a sua confiança, que representa o quão distante a opinião de outros agentes pode ser para que o primeiro agente ainda a utilize para alterar a sua própria. (MARTINS, 2009, p. 22-23)

Modelo Deffuant-Weisbuch

Neste modelo, dois agentes são sorteados e alteram suas opiniões iniciais se a distância entre as suas opiniões permitir. Portanto, há uma tolerância a opiniões diferentes definida por um limite. Se a diferença entre as opiniões estiver dentro deste limite a nova opinião é considerada.

Modelo Hegselmann-Krause

Neste modelo, uma nova opinião é obtida considerando não apenas um agente, mas toda a vizinhança onde as opiniões destes vizinhos estejam dentro do limite de confiança estabelecido.

Martins (2009, p. 23) destaca uma utilidade destes tipos de modelos que seria a possibilidade de observar a dinâmica de opiniões extremistas em uma sociedade. Ao introduzir valores diferentes para o limiar de confiança representando pessoas com opiniões bastante sólidas e outras com maior incerteza é possível explorar os padrões de difusão do extremismo.

6.2 Continuous Opinions and Discrete Actions (CODA)

Os modelos discretos são úteis para dar boas explicações sobre problemas que envolvem escolhas binárias. No entanto, seus agentes não têm memória de suas opiniões passadas e, em situações reais, essa memória pode influenciar comportamentos futuros. Outra desvantagem é que eles não são adequados para descrever a emergência de extremismo no sistema. (MARTINS, 2008, p. 617-618)

Pensando nisso, André Martins propôs, em artigo publicado em 2008, um modelo que lida com opiniões que são observadas como sendo discretas, mas que são internamente tratadas pelo

agente como uma opinião contínua (MARTINS, 2008, p. 618). Ou seja, as opiniões de um agente são expressas como discretas, mas que são o resultado de uma representação interna de como cada agente lida com sua opinião que é contínua, isto é, com opiniões internas ainda sujeitas a mudanças tanto para um aumento ou uma redução sobre a certeza de sua adoção.

O modelo “Continuous Opinions and Discrete Actions” (CODA) surgiu, inicialmente, como uma tentativa de lidar com o problema de que, em sistemas reais, observamos que algumas opiniões representadas como discretas mudam de forma fácil, enquanto outras parecem estar muito mais arraigadas. Ou seja, aparentemente, mesmo opiniões discretas parecem ter algum tipo de força associada a elas, o que leva a crer que elas podem simplesmente ser a expressão de escolhas baseadas em opiniões contínuas. Desta forma, poderíamos ter agentes com diferentes opiniões internas ainda que com a mesma escolha observada pelos demais. (MARTINS, 2009, p. 27)

É como se os agentes estabelecessem uma probabilidade de que determinada escolha é a melhor e é essa escolha que é verbalizada em situações em que o agente é chamado a opinar. Assim sendo, o modelo representa a opinião de cada agente como uma probabilidade subjetiva, o que pode ser alterado a cada interação.

Reconhecendo que os modelos tradicionais da dinâmica de opiniões “são versões muito simplificadas da forma como as pessoas mudam realmente de opinião” (MARTINS, 2009, p. 24), Martins recorre ao Teorema de Bayes como um modelo padrão para problemas de opiniões, mesmo que ele não permita uma descrição exata de como as pessoas mudam de opinião.

Para tanto, cada opinião, mesmo quando falamos de escolhas e, portanto, a verbalização é a discreta, precisará ser associada a uma probabilidade de ela estar correta. Esta probabilidade será, então, alterada a partir das interações com os demais agentes. Isso vai exigir também definirmos como um agente supõe que o que é correto influencia a opinião dos demais com quem ele interage. (MARTINS, 2009, p. 24)

O CODA seria o primeiro modelo que utiliza regras bayesianas para o estudo de propriedades sociais emergentes (MARTINS, 2009, p. 24). Martins nos explica que

[a] Estatística Bayesiana [...] lida com [o] problema de como devemos alterar nossas crenças probabilísticas sobre o mundo. Para isso, você precisa de uma crença inicial, que represente seu estado atual de conhecimento. Uma vez que você a determine, a teoria Bayesiana diz como você deve mudar de opinião quando observar novos dados. Ou seja, ela lida com o problema de justificar aquilo que sabemos inicialmente e qual regra deve ser obedecida conforme aprendemos mais. (MARTINS, 2009, p. 6)

[...] a utilização completa de todas as regras Bayesianas é impossível para qualquer agente com limitações de tempo e/ou capacidade cognitiva, o que se propõe é que regras Bayesianas podem ser usadas como uma aproximação da forma como cientistas reais escolhem teorias, selecionando algumas como verdadeiras e rejeitando as demais. (MARTINS, 2009, p. 7)

[...] pessoas não fazem julgamentos perfeitos. Assim, é importante entender como erramos e o porquê dos erros observados. Que os seres humanos não são perfeitos tomadores de decisão é algo já bem conhecido e existe um grande número de modelos propostos para descrever a forma como as pessoas realmente raciocinam. Uma parte importante deste problema é que temos de lidar com uma racionalidade necessariamente limitada, se possível, encontrando heurísticas eficientes e que permitam decisões rápidas. Isto acontece porque os problemas de otimização que nossas mentes enfrentam ou enfrentaram incluem custos de computação. Maior trabalho intelectual requer um maior gasto de energia, portanto faz sentido que não sejamos perfeitos Bayesianos, mas apenas aproximações que são bastante boas, sob as circunstâncias certas. (MARTINS, 2009, p. 8)

Martins (2009, p. 28) apresenta a questão sobre opinião interna e expressão externa da seguinte maneira. Na classe de modelos discretos, vimos que cada agente faz a sua escolha dentre duas ou mais opções.

Em princípio, não há qualquer probabilidade associada a esta escolha. No entanto, é fácil entender que esta escolha pode ser apenas uma expressão [externa] de alguma opinião interna não observada pelos vizinhos do agente, exceto por esta escolha.

Ou seja, quando um agente tem uma decisão binária a tomar, ele não necessariamente tem uma opinião interna binária sobre qual a melhor opção. Sua opinião pode, na verdade, ser alguma probabilidade p de que, entre as opções A e B, A seja, na verdade, a melhor escolha. Se as consequência[s] de estar certo ou errado forem iguais para as duas opções, temos um problema trivial de Teoria da Decisão onde a preferência será pela alternativa com maior probabilidade de ser a melhor; se $p > 0.5$, o agente preferirá A, se $p < 0.5$, a escolha será B.

Se cada agente pode observar apenas a escolha dos demais e não este valor de p , não faria qualquer sentido adotar um modelo contínuo, como os de confiança limitada, para descrever a interação entre os agentes. Isto porque o agente i não tem como tender ao valor p_j , porque ele não o conhece. O máximo que i pode fazer é alterar sua probabilidade interna na direção da escolha do seu vizinho.

Se os dois concordam em sua decisão externa, o agente i terá sua opinião sobre a sua escolha preferida reforçada. Se eles discordarem, o que esperamos é que i altere sua opinião no sentido oposto, mudando ou não de escolha de acordo com a força de sua opinião inicial. Assim, espera-se que alguns agentes alterem sua opinião após uma única interação com alguém que tenha feito uma escolha oposta, enquanto outros agentes, de opinião inicial mais distante de $p = 0.5$, poderiam necessitar mais interações antes de alterar sua decisão

observável, mesmo que sua opinião interna seja sempre influenciada por seus vizinhos.

Portanto, e de maneira bem simplificada, o CODA é uma proposta alternativa de regra de atualização de opiniões. Nesta direção, Martins implementou o seu modelo a partir de dois dos modelos de interação que vimos anteriormente: o voter e o Sznajd.

No caso do voter, observou-se “o surgimento de pequenos domínios que, aos poucos, começam a se expandir ou sumir na interação com os domínios vizinhos até que, após um tempo suficientemente longo, o sistema [tende] ao equilíbrio, que corresponde ao consenso” (MARTINS, 2009, p. 32).

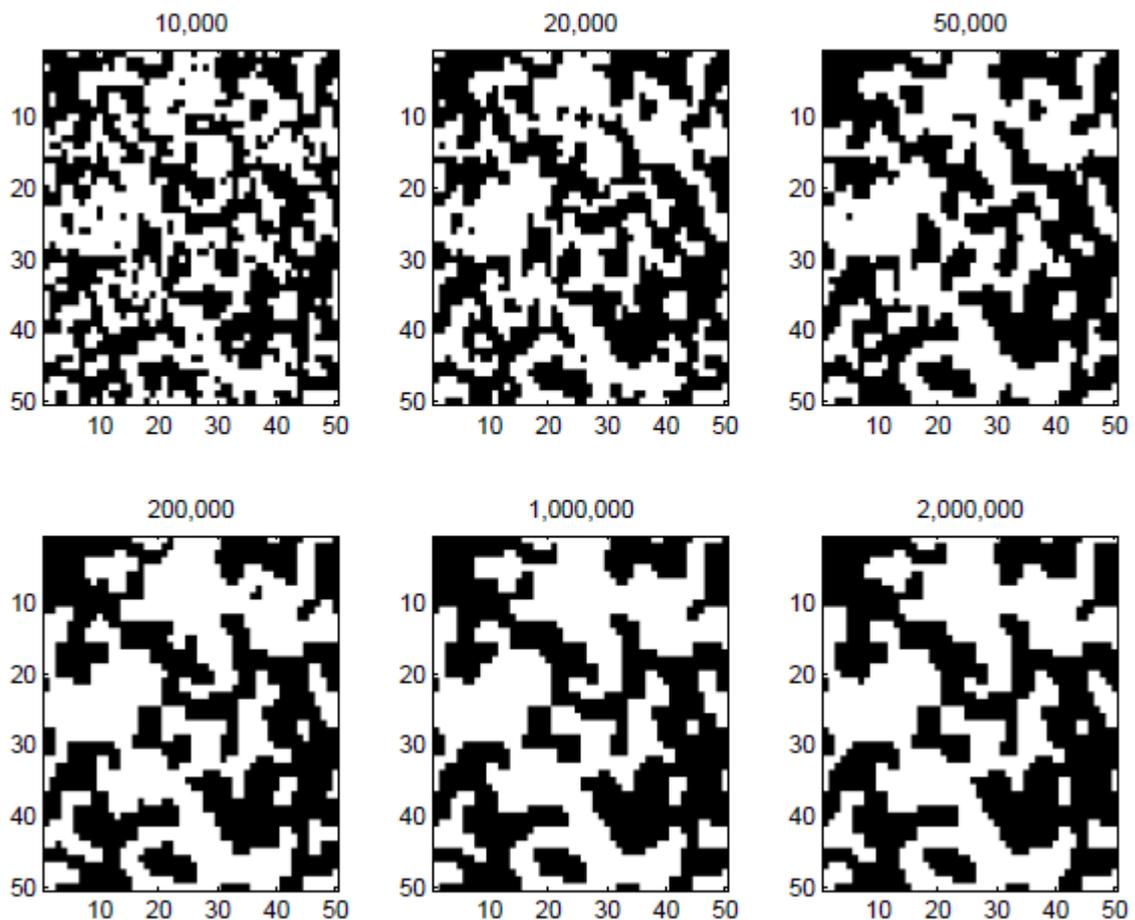


Figura 8: Evolução temporal das escolhas dos agentes. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 50 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 31)

Como ocorre com um modelo voter, a aleatoriedade inicial diminuiu após 10.000 interações. Mas, após um tempo, não há alterações significativas. “Note, por exemplo, que, entre 1.000.000

e 2.000.000 de interações (entre 400 e 800 interações por agente, em média), muito poucos agentes chegam a mudar a sua escolha. E os únicos que o fazem estão situados em áreas de transição, onde não há uma clara maioria definida. Todos os demais, permanecem com suas escolhas iniciais.” (MARTINS, 2009, p. 33)

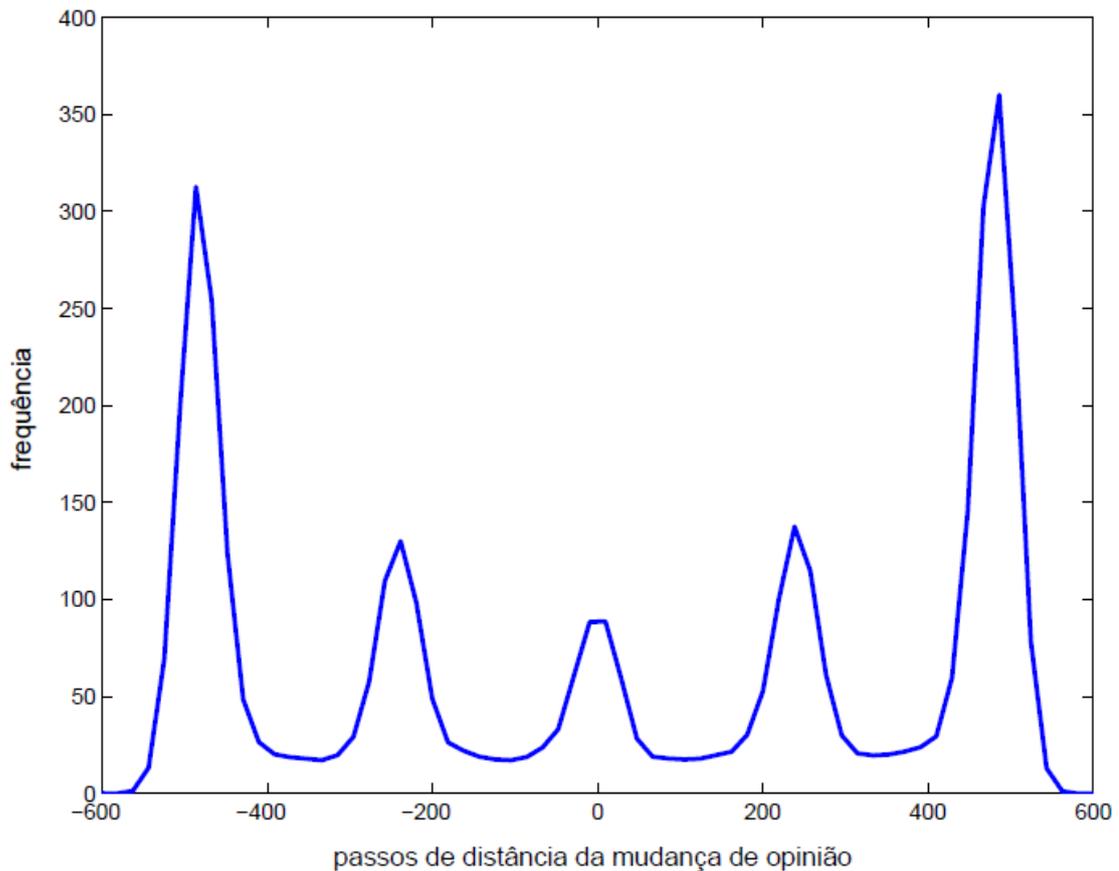


Figura 9: Estado final das opiniões, medidas em número de passos que cada agente se encontra da mudança de escolha. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 64 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 32)

A Figura 9 mostra as opiniões probabilísticas, onde “a probabilidade [...] está medida pelo número de passos [...] necessários para que [...] um agente] possa mudar de opinião” (MARTINS, 2009, p. 33).

Martins faz a seguinte análise.

[...] o processo de reforço da[s] opiniões que ocorre no interior dos domínios faz com que as opiniões de uma grande parcela dos agentes se torne bastante extrema. [...] observamos cinco picos, sendo que apenas o pico central, menos pronunciado que os demais, contém opiniões moderadas. Enquanto isso, os picos mais distantes e, portanto, mais extremos são os principais picos do

gráfico, significando um grande número de agentes que tem certeza praticamente absoluta sobre sua escolha.

Vemos, assim, o surgimento de posições extremistas como uma função do isolamento do agente em relação a outras opiniões e, também do fato de que as opiniões se reforçam. Mesmo que um agente da borda eventualmente mude de opinião, os demais já têm uma opinião tão forte que esta possibilidade se torna cada vez mais rara até que o sistema congele. (MARTINS, 2009, p. 33)

Ao aplicar o modelo na interação do tipo Sznajd, temos os seguintes resultados.

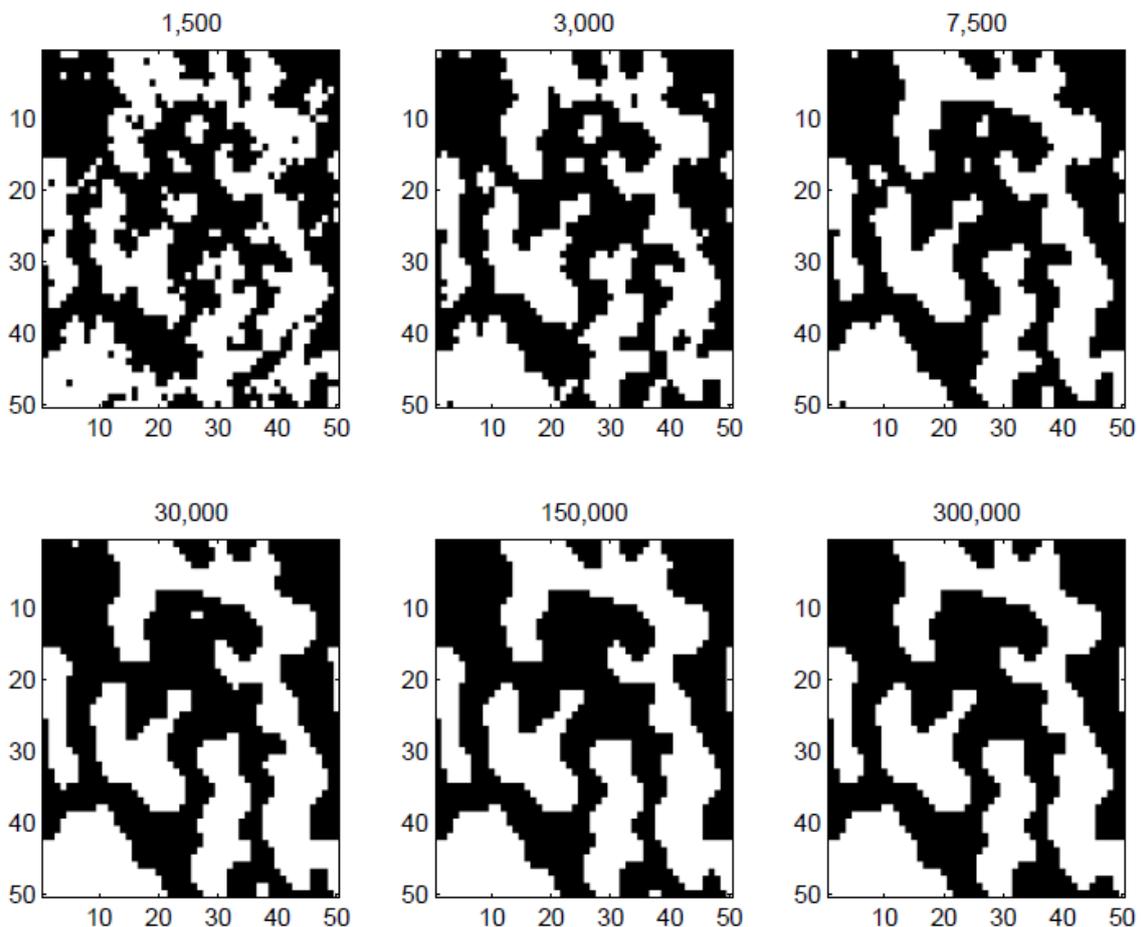


Figura 10: Evolução temporal das escolhas dos agentes, para interações de Sznajd. A figura corresponde ao caso de uma rede quadrada bi-dimensional com 50 agentes em cada direção. (MARTINS, 2009, p. 34)

Como as simulações nos dois tipos de interação (voter e Sznajd) foram feitas com o mesmo número de agentes e com a mesma estrutura de rede, Martins comparou a Figura 10 com a Figura 8 e fez as seguintes observações.

A primeira coisa a notar é a semelhança entre ambas as evoluções, com a formação de domínios que, após um tempo, congelam como no caso voter. No entanto, como seis vizinhos são afetados a cada interação, ao invés de um único, ainda que nem sempre a interação ocorra, a dinâmica do sistema é razoavelmente mais rápida e após 300.000 interações, o sistema já se encontra em seu estado final, similar ao observado no modelo voter entre 1.000.000 e 2.000.000 de interações. Finalmente, a distribuição do número de passos que a opinião probabilística se encontra da mudança de opinião apresenta comportamento bastante similar ao observado no modelo voter e, portanto, não será mostrada aqui. (MARTINS, 2009, p. 35)

Concluindo, a aplicação das regras do CODA aos modelos Voter e Sznajd, apresentam resultados bem similares. As consequências disso são analisadas por Martins como segue.

This suggests that the observed behavior might be a characteristic of the CODA rules that is preserved for different types of interactions between the agents.

Clear domains with different opinions were observed in both models, showing that the two opinions will have to live with each other for a very long time. Also, inside those domains and, to a lesser extent, in the boundaries, opinions become very extreme, with each agent basically sure that his choice is the best one. This can help explain cases where people are led, by social pressure, to believe blindly in whatever opinion is shared by its local group, despite divergent voices in the larger society they live in. (MARTINS, 2008, p. 624)

Outras extensões do modelo são testadas por Martins. Uma delas é sobre o extremismo e que é de nosso interesse neste trabalho para testar as argumentações de Diana Mutz sobre a exposição a distintos pontos de vista políticos.

Modelos contínuos são utilizados para compreender a dispersão do extremismo e suas consequências, mas eles não conseguem descrever porque surgem opiniões extremas, porque a interação entre os agentes afeta as opiniões na direção da opção intermediária.

Uma opinião é considerada extrema aqui, quando o valor que o agente escolhe se encontra nos limites dos valores possíveis. No caso do modelo CODA, a avaliação de quão extrema é uma opinião é ainda mais clara, uma vez que a variável onde ela é medida e com a qual se trabalha é [...] a probabilidade de uma das alternativas ser a melhor. (MARTINS, 2009, p. 73)

Martins experimenta diferentes abordagens tais como, variadas formas de interação e atribui diferentes características aos agentes. Após estes exercícios Martins conclui indicando que o

extremismo é um estado que atrai fortemente os agentes quando há decisões binárias e a ausência de valores intermediários. (MARTINS, 2009, p. 101)

7. O Experimento

Os experimentos que estão relatados neste trabalho foram executados a partir do modelo que desenvolvi e que apresento a seguir.

7.1 O Modelo

O modelo foi implementado em NetLogo (WILENSKY, 1999), versão 5.0.5. O NetLogo é um ambiente de programação de modelos que possibilita a simulação de fenômenos naturais e sociais. Ele é de autoria de Uri Wilensky e, desde 1999, está em contínuo desenvolvimento no *Center for Connected Learning (CCL) and Computer-Based Modeling*, da *Northwestern University*, cidade de Evanston, estado de Illinois, Estados Unidos da América. (WILENSKY, 2013). O NetLogo é de uso gratuito e está disponível para download no site <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/index.shtml>.

O modelo, cujo código está listado no Apêndice A, permite o manuseio de diferentes funcionalidades que irão nortear o comportamento dos agentes. É possível monitorar o que acontece durante a execução da simulação através da tela de interface do modelo. É através desta tela que as características da simulação desejada são estabelecidas. Pode-se também iniciar, interromper e monitorar a simulação. A interrupção pode acontecer manualmente ou através de dois parâmetros disponíveis e que serão explicados adiante. A interface gráfica inclui botões, barras deslizantes, gráficos e monitores. A seguir, a partir da interface do modelo, reproduzida na Figura 11, estes elementos são detalhados.

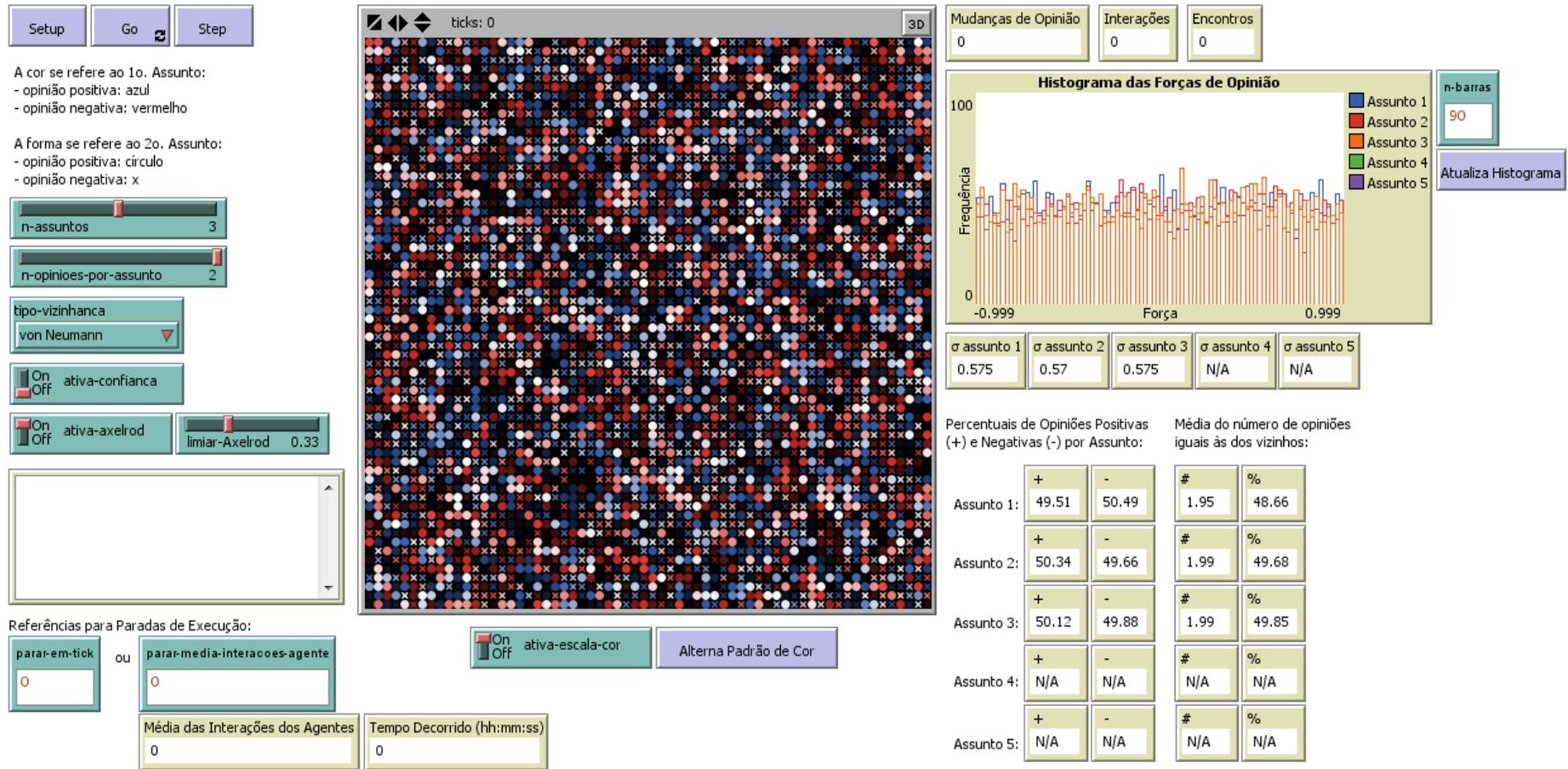


Figura 11: Interface do Modelo

Os botões (Figura 12) executam determinadas ações ao serem pressionados.



Figura 12: Botões

O botão “Setup” cria os agentes e os distribui, de maneira aleatória, no “mundo” (Figura 17), nome que o NetLogo atribui àquele espaço onde os agentes se localizam e atuam. Como ele representa uma sociedade artificial estabelecida a partir da interação dos agentes (como visto na p. 22), passaremos a nos referir a ele, a partir de agora, simplesmente por “sociedade”. O botão “Go” inicia a simulação e permanece pressionado fazendo com que a execução se proceda ininterruptamente (um passo em seguida ao outro) até que seja novamente pressionado, caso se deseje parar a simulação. O botão “Step” executa somente um passo da simulação cada vez que é pressionado. O que é executado em cada um dos passos será explicado mais adiante. O botão “Atualiza Histograma”, que está localizado do lado direito do Histograma na interface do Modelo, como indica o seu nome, atualiza o histograma no caso de ser alterado o número de barras que irá compô-lo.

As barras deslizantes (Figura 13) permitem a escolha de valores que serão utilizados pela simulação.



Figura 13: Barras Deslizantes

A barra “n-assuntos” se refere à quantidade de assuntos que serão objeto de “conversa” entre os agentes. Seus valores podem variar de 1 a 5 e devem permanecer fixos durante a simulação. A barra “n-opiniones-por-assunto” se refere à quantidade de opiniões que os assuntos podem assumir. Por exemplo, se um assunto estiver representando partidos políticos, uma opção poderia representar o PT e a outra o PSDB. Em nosso modelo, podemos representar até duas opiniões, que são representadas genericamente como positiva (+) ou negativa (-), apenas como forma de distinção entre elas e sem nenhum juízo de valor atribuído. A barra “limiar-Axelrod” será explicada mais adiante quando apresentarmos a chave “ativa-axelrod”.

O seletor (Figura 14) permite a seleção de parâmetros a partir de uma lista.



Figura 14: Seletor

O seletor “tipo-vizinhanca” permite selecionar o tipo de vizinhança que estabelece a rede social dos agentes. São possíveis três tipos de vizinhança: 1) von Neumann, onde os vizinhos são quatro agentes em torno de um determinado agente e que estão posicionados acima, abaixo, à direita e à esquerda dele; 2) Moore, onde os vizinhos são todos os oito agentes que circundam um determinado agente; e, 3) Global, onde são vizinhos possíveis de um agente todos os outros agentes localizados em qualquer lugar da sociedade.

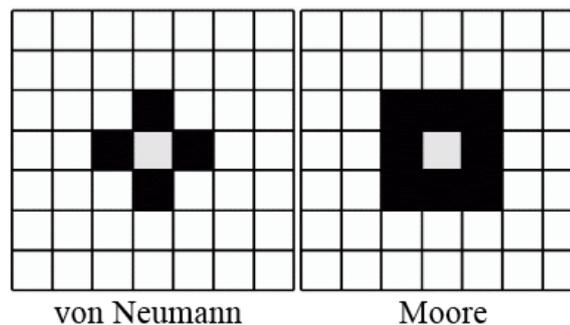


Figura 15: Tipos de Vizinhança

Os comutadores (Figura 16) possibilitam a ativação ou desativação de determinada variável ou funcionalidade. Ou seja, se “On” estiver selecionado, a variável será considerada na simulação e poderá ter influência sobre ela; se “Off” for selecionado, ela poderá ter um outro tratamento.

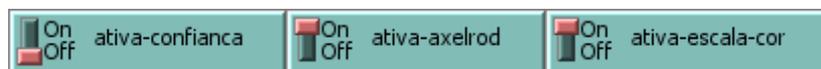


Figura 16: Comutadores

São três os comutadores disponíveis: 1) ativa-confianca: representa se a confiança entre agentes interlocutores será considerada na simulação. Esta variável indica se a exposição de um agente a pontos de vista diferentes do seu irá influenciar a sua opinião ou não. Este aspecto da confiança é considerado por Huckfeldt et., Mutz e Martins e será tratada no modelo proposto. Se ativada, o grau de influência será a proporção da concordância das opiniões entre os agentes em interação; 2) ativa-axelrod: condiciona a interação com o outro agente de acordo com um

determinado limiar (barra deslizante “limiar-Axelrod”). Se ligado, somente haverá interação entre os agentes se as suas similaridades atenderem, no mínimo, o limiar indicado. Este valor pode variar de 0 (zero) a 1 (um), onde 0 representa nenhuma similaridade (nenhuma opinião igual) e 1 indica 100% de concordância. Se o limiar não for atendido, não haverá interação e, portanto, os agentes não conversarão entre si. Esta similaridade se refere à proporção de opiniões iguais por assunto entre os agentes; e, 3) ativa-escala-cor: não afeta a simulação em si. É um recurso estético, mas útil para diferenciar a intensidade das forças de opinião dos agentes. Se ativado, os agentes serão mostrados com diferentes intensidades de cor azul e vermelha. Se desativado os agentes serão apresentados nas cores azul e vermelha, sem a intensidade.

Como já visto, o mundo (Figura 17) é a representação de uma sociedade artificial. É uma rede (*grid*), ou malha, de duas dimensões composta de *patches*. Os *patches* são quadrados individuais justapostos ao longo desta rede.

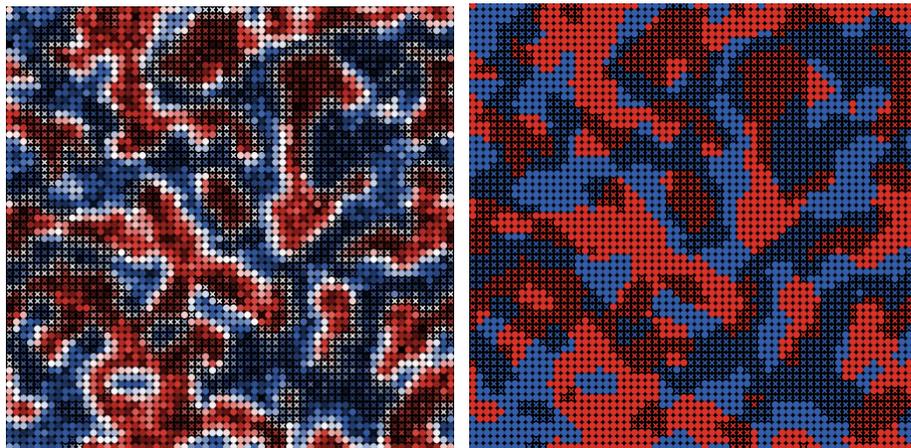


Figura 17: o "Mundo", em escala de cor e sem escala de cor.

Apesar de se apresentar como um quadrado, deve-se imaginar este mundo como sendo contínuo, ou seja, a parte superior se conecta à parte inferior e a extremidade direita se conecta à extremidade esquerda. Os agentes habitam estes *patches*. Em nosso modelo, cada patch acomoda somente um único agente. Estes agentes são representados por círculos (●) ou X's (×). Apesar de o modelo poder tratar até cinco assuntos, são representados visualmente somente dois assuntos, o assunto 1 e o assunto 2. Não nos ocorreu uma maneira de representarmos em um agente mais do que dois assuntos. A cor se refere ao primeiro assunto: se a opinião for positiva, a cor será azul (ou tons de azul), e se negativa, a cor será vermelha

(ou tons de vermelho). A forma se refere ao segundo assunto: se a opinião for positiva, o agente assume a forma de um círculo, e se negativa, terá a forma de um X.

Há uma área de mensagens (Figura 18).

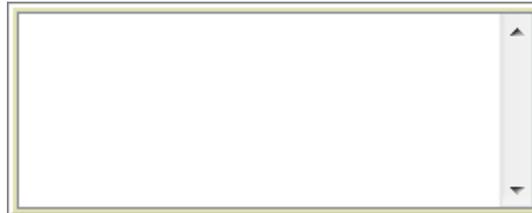


Figura 18: Área de Mensagens

Esta área pode ser utilizada para comunicar algo ou mostrar alguma informação referente à simulação.

Também estão disponíveis, possibilidades de interrupção da execução da simulação (Figura 19).

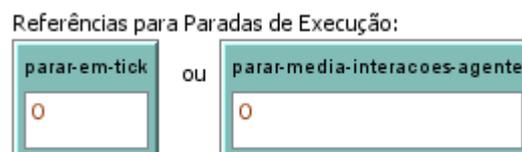


Figura 19: Possibilidades de Interrupção

Há duas maneiras de interromper a execução da simulação: 1) “parar-em-tick”: neste campo é possível informar o número desejado correspondente ao *tick*, que se refere ao passar do tempo do modelo e que não tem relação com a marcação de tempo padrão. No modelo, cada *tick* representa um encontro entre agentes. Portanto, se for desejado simular o modelo, por exemplo, até que o número de encontros totalize 1.000 (mil), este valor deve ser informado. Quando 0 (zero) está informado, a simulação desconsidera este parâmetro; e, 2) “parar-media-interacoes-agente”: neste caso, deve-se informar o número médio de interações entre os agentes desejado para interromper a simulação. Há uma diferença entre encontro e interação, que será explicado mais à frente. Quando o valor 0 (zero) é informado, a simulação desconsidera este parâmetro.

Os monitores (Figura 20) são outra maneira de apresentar informações referentes à simulação de um modelo.

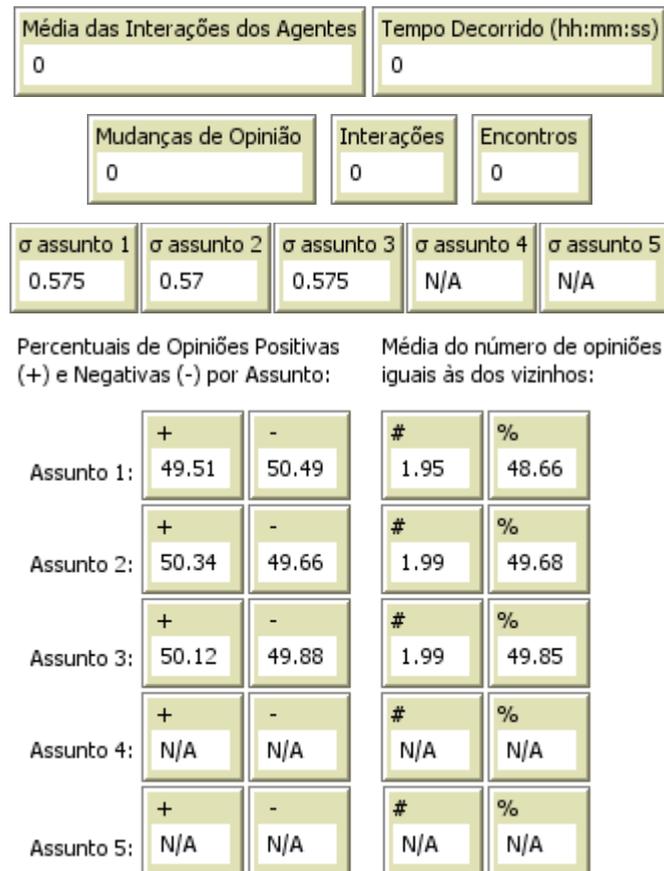


Figura 20: Monitores

Nosso modelo tem oito tipos de monitores: 1) Média das Interações dos Agentes: mostra o número médio de interações entre os agentes; 2) Tempo Decorrido (hh:mm:ss): mostra o tempo real decorrido ao longo da execução da simulação desde que o botão “Go” foi pressionado, e é apresentado no formato hora (hh), minuto (mm) e segundo (ss); 3) Mudanças de Opinião: indica o número de mudanças de opinião que os agentes estão tendo ao longo da simulação, isto é, quantas vezes os agentes já mudaram de opinião de positiva para negativa ou vice-versa; 4) Interações: mostra o número de interações que os agentes estão tendo ao longo da execução do modelo. As interações representam as “conversas” que os agentes podem ter uns com os outros; 5) Encontros: informa o número de encontros que os agentes tiveram entre si. Nem todo encontro se transforma em uma interação e nem toda interação tem como consequência uma mudança de opinião. Isso será explicado mais adiante; 6) Desvio padrão (σ): informa o desvio padrão da intensidade ou força de opinião para cada assunto; 7) Percentuais de opiniões positivas (+) e negativas (-) por assunto: indica a proporção de opiniões por assunto; e, 8) Média do número de opiniões iguais às dos vizinhos: para cada agente, verifica-se o número de

opiniões iguais às dos seus vizinhos, em cada assunto, e calcula-se uma média geral com todos os agentes. Estes valores são mostrados em quantidade média (#) e em percentual (%).

Os números mostrados nos monitores alteram-se ao longo da execução.

A interface do modelo apresenta, também, um Histograma com a distribuição das forças de opinião (Figura 21).

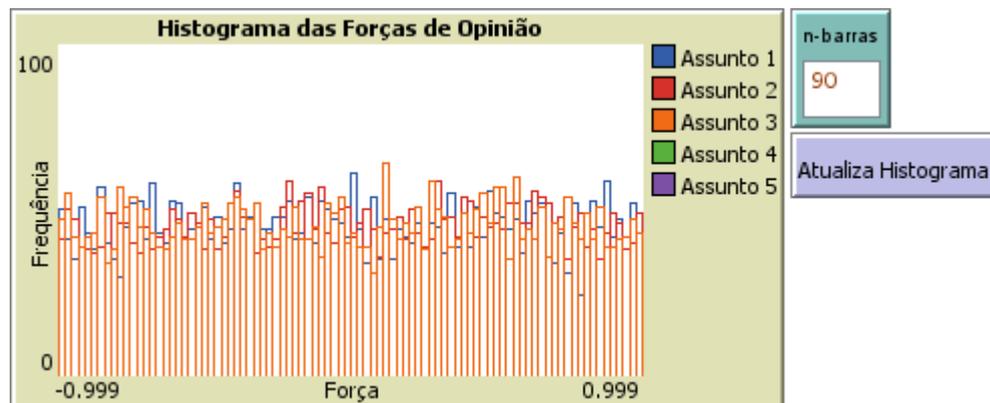


Figura 21: Histograma das Forças de Opinião

Este histograma apresenta a distribuição das forças de opinião para cada assunto. Ele é atualizado ao longo da simulação e é possível alterar o seu número de barras de acordo com a visualização desejada, bastando informar no campo “n-barras” à direita a quantidade desejada. Se a execução estiver em curso (botão “Go” pressionado), a atualização do histograma com a nova quantidade de barras é automática. Caso a simulação esteja paralisada, é necessário pressionar o botão “Atualiza Histograma” para que a nova configuração passe a ser apresentada no histograma.

Finalizada a apresentação da interface do modelo, passa-se à descrição de como se dá o seu processamento, isto é, como os agentes se comportam quando o modelo é executado.

Após definirem-se os parâmetros que serão utilizados na simulação, o botão “Setup” deve ser pressionado. Neste momento, em cada *patch* é criado um agente que é distribuído aleatoriamente pela sociedade. Da mesma forma aleatória, a cada agente, é atribuído um número entre -1 (menos um) e 1 (um) que representará a sua opinião em cada assunto. Se o número for menor do que zero, a opinião será negativa. Se o número for maior do que zero, a opinião será

positiva. Esta graduação permite que os agentes tenham forças de opinião diferentes representando, assim, a diversidade social. Estabelecidas as opiniões, os agentes assumem cores distintas de acordo com a escala de cores (se ativada) ou o azul ou vermelho, de acordo com suas opiniões.

Em seguida é apresentado o gráfico com o histograma e são calculados e mostrados os desvios padrão, os percentuais de opiniões por assunto e a média do número de opiniões iguais às dos vizinhos. Este último indicador apresenta zero nos valores caso o tipo de vizinhança escolhido seja “Global”.

A partir deste momento, o modelo está configurado e pronto para ser simulado.

Para dar início à simulação, o botão “Go” deve ser pressionado. Isto ocorrendo, inicia-se o procedimento que será ininterruptamente executado até que “Go” seja novamente pressionado ou até que o limite estabelecido em “parar-em-tick” ou “parar-media-interacoes-agente” seja alcançado. Ou, ainda, se todas as opiniões de todos os agentes em cada assunto tornarem-se iguais. Ou seja, quando todas as opiniões de cada um dos agentes em cada assunto for positiva ou negativa ao mesmo tempo, a execução é encerrada.

A simulação começa escolhendo, aleatoriamente, um agente. Este agente, que chamaremos de agente ativo, escolhe, também aleatoriamente, um de seus vizinhos, de acordo com o tipo-vizinhanca selecionado, este vizinho será chamado de agente passivo. Isto caracteriza um encontro. Em seguida, este encontro produzirá uma conversa (interação) entre os agentes, a partir das seguintes condições: 1) se ativa-axelrod estiver desligado; ou, 2) se ativa-axelrod estiver ligado e o limiar-Axelrod for atendido, isto é, o agente ativo verifica se o limiar-Axelrod é atendido em relação ao agente passivo. O agente passivo tem de compartilhar, no mínimo, a similaridade de opiniões representada pelo valor indicado em limiar-Axelrod, que pode variar de 0 (zero) a 1 (um).

Se o limiar-Axelrod não for alcançado, não haverá interação entre os agentes e o procedimento volta ao início para a escolha de um novo agente ativo. Este limiar representa uma tolerância a opiniões diferentes. A falta de interação nestas condições representa a premissa de Mutz que diz que os indivíduos tendem a ser mais fechados, se afastando de opiniões divergentes.

Ocorrendo interação, um assunto é escolhido para ser objeto da conversa. A força de opinião atuante no modelo CODA também é permanentemente aplicada aqui, da seguinte maneira: se o agente passivo tem a mesma opinião que o agente ativo no assunto em questão, a opinião do agente ativo será acrescida de 1 ou -1, caso a opinião seja positiva ou negativa, respectivamente. Caso a opinião seja diferente entre os agentes ativo e passivo, a opinião do agente ativo será reduzida em 1 ou -1, similarmente à situação anterior. Com isso, a opinião do agente pode ser reforçada ou diminuída. Se a redução da força de opinião for suficiente para mudar a opinião do agente, esta mudança é computada.

Conclui-se, portanto, que nem toda interação leva a uma mudança de opinião. Mas toda interação leva à intensificação ou recuo daquela força.

As similaridades de opinião que levam a uma interação indicam semelhanças internas a um grupo, o que, segundo Lazarsfeld *et al.*, contribui para a solidificação das opiniões intragrupo.

Nos termos de Martins, nosso modelo lida com opiniões que são observadas como sendo discretas, no instante em que a similaridade de opiniões é verificada. É como se os agentes informassem uns para os outros a sua opinião positiva ou negativa, mas nenhum deles sabe qual é a intensidade das opiniões que são tratadas internamente pelos outros agentes de forma contínua, já que podem se fortalecer ou enfraquecer a cada interação. Assim, mesmo com diferentes opiniões internas, os agentes podem ter a mesma escolha observada pelos demais, positiva ou negativa.

Outro detalhe deve ser observado. Nosso modelo incorpora a ideia de confiança limitada apresentada na seção 6.1 Dinâmica de Opiniões. Esta confiança pode ser ativada ou não entre uma execução e outra através do comutador ativa-confiança. Se estiver ligado, a confiança entre os agentes ativo e passivo será considerada no processo de tomada de decisão do agente ativo e a força de opinião será dosada a partir daquela influência. Como no limiar utilizado no caso do Axelrod, a confiança é a proporção da concordância das opiniões entre os agentes em interação. No entanto, esta influência não determina se haverá ou não interação. Ela será utilizada para dosar aquele aumento ou redução em 1 do CODA, que poderá variar de 0, significando concordância nenhuma, a 1, quando a confiança no outro for total. Como exemplo, se houver uma similaridade de opiniões de 30% entre os agentes que estão conversando, a força de opinião do agente ativo será aumentada em 0,3 ao invés de 1.

Terminada a descrição dos procedimentos, passaremos à apresentação dos casos que foram simulados.

7.2 Casos Simulados⁴ e Análises

Com o objetivo de contribuir para as análises deste trabalho, foram realizadas 39 (trinta e nove)⁵ simulações do modelo, combinando de diversas maneiras os seus parâmetros. Chamaremos estas simulações de casos. A listagem destas simulações e seus respectivos resultados podem ser vistos na Tabela 4.

Com exceção do caso #29, todos os outros foram simulados com o total de 4096 agentes. O caso #29, executado com 100 agentes, foi uma tentativa de se verificar a possibilidade de obter resultados equivalentes àqueles encontrados com 4096, mas com tempo de execução inferior. No entanto, este teste não foi conclusivo, necessitando-se futuramente, de novas execuções.

O tempo total de execução das simulações foi de 143:18:53, com um tempo médio de 03:34:58, sendo que a menor execução (caso #9) foi de 00:19:17 e a maior (#27) de 19:13:10.

Todos os casos tiveram sua execução parametrizada para ser automaticamente interrompida quando atingissem uma média de 75 interações por agente. Este limite foi determinado em função de não ter sido observado, em execuções preliminares, a convergência do sistema para uma única opinião, por exemplo, quando adotamos o tipo de vizinhança global, com 2 assuntos e 2 opiniões, e tampouco a emergência de áreas ou clusters mais nitidamente demarcados com opiniões internas homogêneas. A emergência de situações de extremismo foi observada com

⁴ Os casos aqui simulados foram executados, em sua grande maioria, em um notebook rodando o sistema operacional Windows 7 Ultimate Service Pack 1, de 64-bits, com processador Intel Core 2 Duo T7500, de 2,2 GHz, com memória RAM de 4 GB. Foi também utilizado um PC rodando o sistema operacional Windows 7 Ultimate Service Pack 1, de 32-bits, com processador AMD Athlon 64 Processor 3200+, de 2,0 GHz, com memória RAM de 1,5 GB. Estas informações podem ser relevantes caso deseje-se comparar o tempo de execução com o desempenho das simulações em outros computadores.

⁵ A numeração dos casos na Tabela 4 não segue continuamente a contagem, como pode ser observado na parte mais abaixo da tabela. Isto se deve ao fato de não terem sido executadas (por falta de tempo) as simulações que estariam posicionadas naquele conjunto de parametrizações localizados naquelas posições com as numerações faltantes. Todavia, a tabela não foi renumerada para controle próprio deste autor.

uma média de aproximadamente 75 interações por agente e as áreas ou clusters com opiniões internas se tornaram mais definidas com +/- 60 interações por agente.

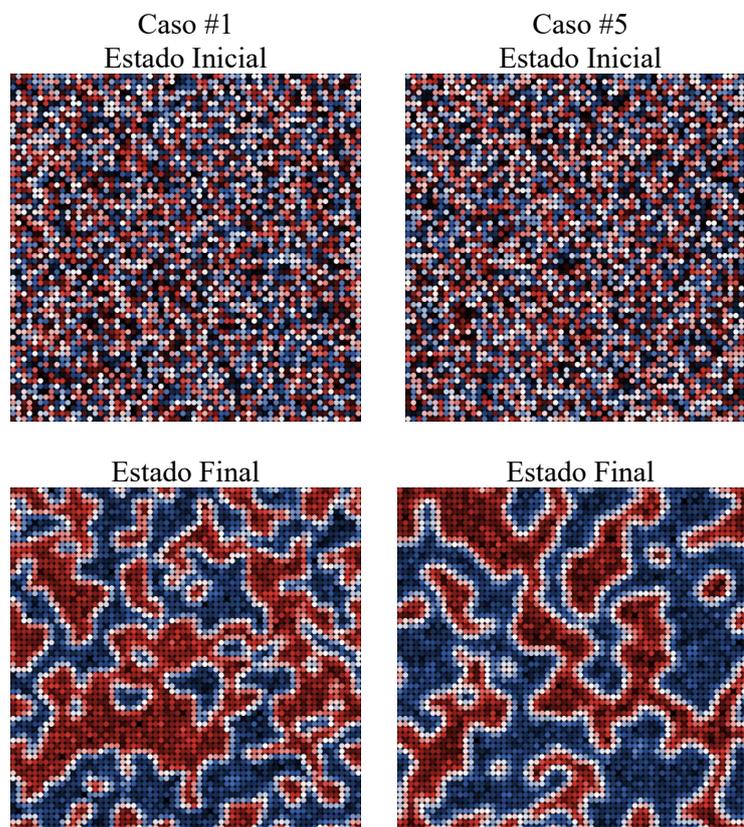
O caso #9 foi interrompido antes de ser atingida a média de 75 interações, devido à homogeneização de opiniões ter sido atingida com uma média de aproximadamente 50,85 interações.

O caso #18 foi interrompido ainda com um número pequeno de interações, aproximadamente 17,4343, por estar consumindo um elevado tempo de execução, 03:23:40, sem indicar resultados significativos. Pelo mesmo motivo, o caso #21 também foi interrompido.

O caso #47 encerrou-se com a média de 75, mas teve sua execução continuada (#47a) por estar prestes a atingir a homogeneização de opiniões do sistema. Perceba que o Assunto 1 estava com 1,98% de opiniões positivas e o Assunto 2 com apenas 0,07%. A execução foi novamente interrompida com a média de 120,5562 interações, tendo o sistema alcançado a homogeneização de opinião em todos os três assuntos.

Reconhecidas estas exceções, passa-se às análises. Os casos a seguir foram selecionados a partir da representação gráfica que apresentaram ao final da simulação e que, mostrando-se peculiares, mereceram nossa atenção na busca do porquê se moldaram daquela forma.

Os casos #1, #5, #19, #39 (Figura 22) mostram a formação de domínios, que são áreas mais definidas que podem ser observadas no estado final da simulação. Percebe-se uma evidente diferença entre a sociedade neste estado e no estado inicial. Estes domínios, que Axelrod chamaria de áreas de cultura específicas, caracterizam-se pela delimitação de regiões onde é possível notar, internamente a estes espaços, a presença de agentes com características iguais. Em nosso modelo, os agentes dispostos nestes locais compartilham da mesma opinião. Vejamos um exemplo de maneira ampliada (Figura 23).



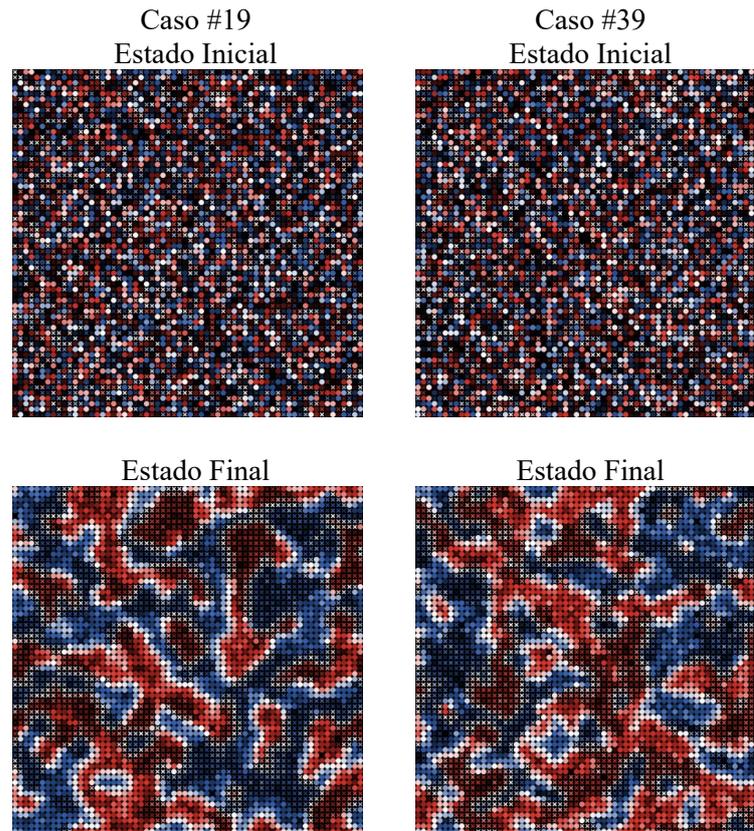


Figura 22: Exemplos de simulações com regiões bem definidas ao final

Percebe-se que os agentes localizados mais internamente nestas regiões possuem a mesma cor, portanto a mesma opinião, embora em tonalidades mais escuras. Isto denota uma maior intensidade na força de opinião quando comparada à tonalidade dos agentes mais próximos às fronteiras que dividem as regiões. Nestes locais, onde a tonalidade tende ao mais claro, identificam-se forças de opinião menos fortes ou mais fracas.

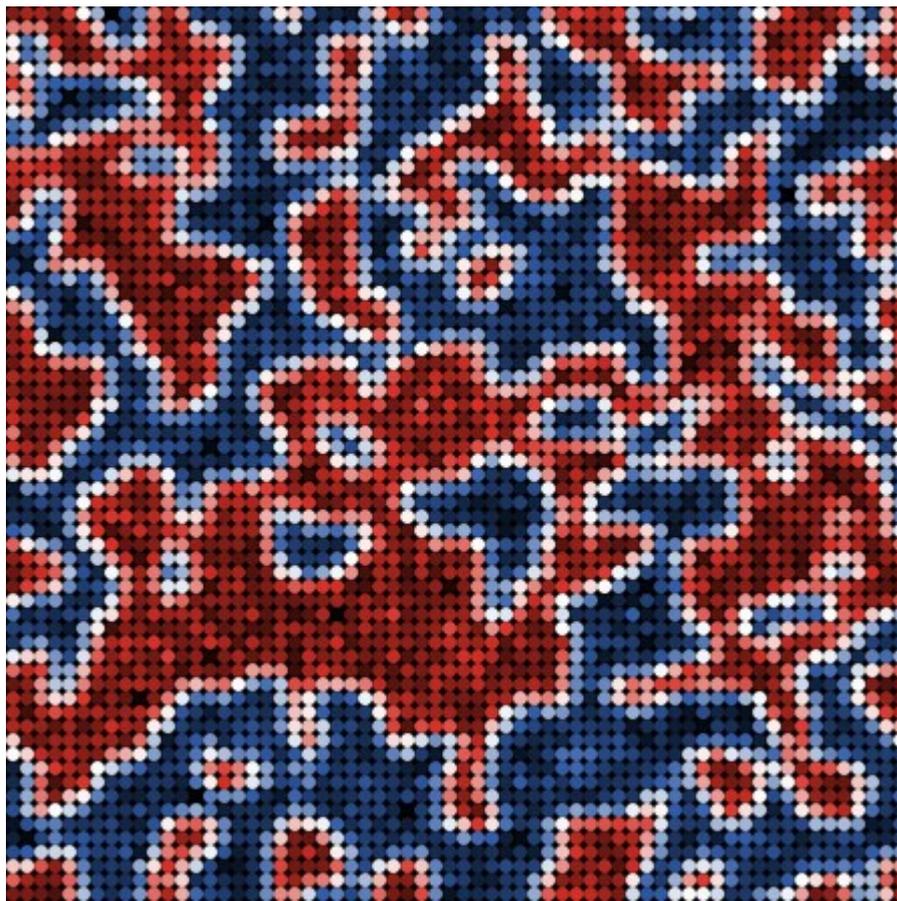
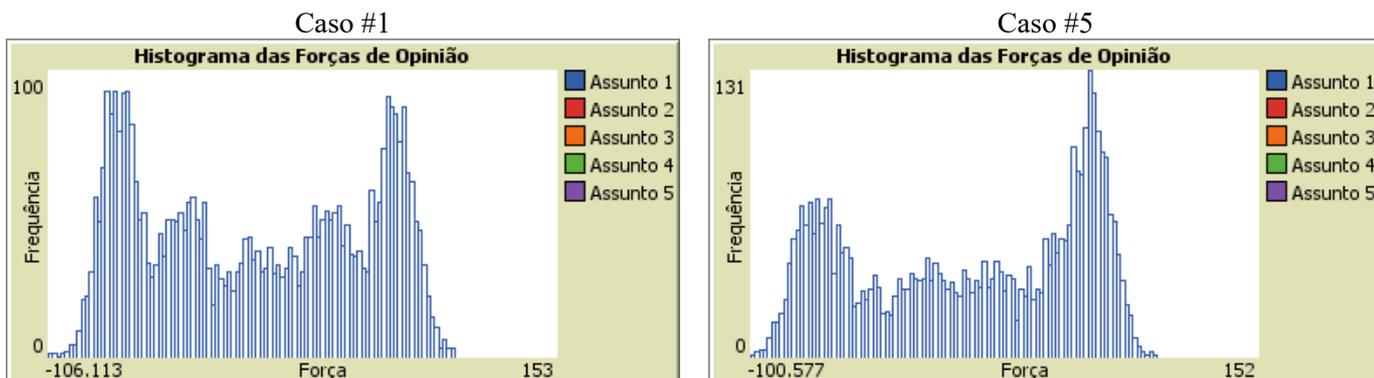


Figura 23: Caso #1

Outra observação que pode ser feita é quanto à intensidade aparentar ser mais forte no estado final dos casos #19 e #39 quando comparadas à intensidade dos casos #1 e #5 no mesmo estado. Talvez isso seja uma percepção visual dado que o número de assuntos é maior nos casos #19 e #39 (dois e três, respectivamente), o que inclui novos elementos visuais à representação gráfica da sociedade. No entanto, a partir dos histogramas das forças de opinião (Figura 24) é possível verificar que as intensidades das opiniões dos casos #1 e #5 são maiores.



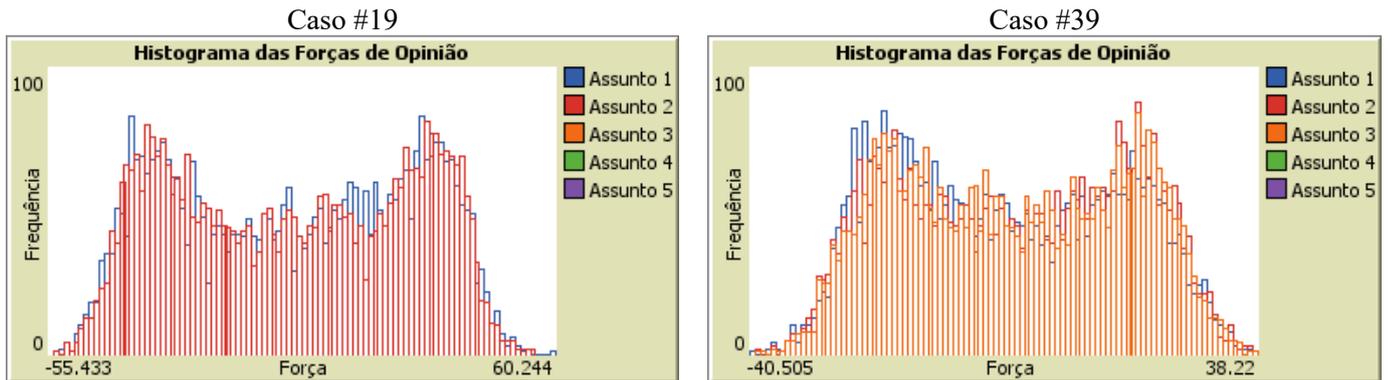


Figura 24: Histogramas dos casos #1, #5, #19 e #39

Mas o que justifica está dinâmica apresentada? Isto nos remete à discussão apresentada na p. 11, onde a escola psicossociológica nos diz desenvolver-se um “processo de socialização política que é um processo de formação de atitudes”. À medida que os agentes interagem, e nestes casos o número de encontros (307.200) é igual ao número de interações, a socialização vai formando as opiniões que, ao longo do tempo, tornam-se difícil de serem alteradas, devido à intensificação dessas opiniões. Estes grupos de interior homogêneo parecem se fechar em relação a outros grupos, evitando exposição a pontos de vista dissonantes. Nos termos de Granovetter, podemos dizer que esta situação se caracteriza pela presença de laços fortes nestas redes mais internas, que tendem a ser mais coesas. Huckfeldt e Sprague (1995), também entendem que as redes formadas através de laços fortes também tornam os indivíduos mais coesos levando à homogeneização do grupo. Esse tipo de relação pode estar sujeita, de forma mais latente, a ações de coerção. Ao mesmo tempo, é possível a presença de laços fracos, aqueles de menor intensidade e que se situam na fronteira entre os grupos, representados por aqueles agentes de cores mais claras, e que atuam como uma espécie de ponte entre os grupos de laços fortes.

Outra configuração que chama atenção é a apresentada pelos casos #9, #25 e #47a. Vejamos a Figura 25, abaixo.

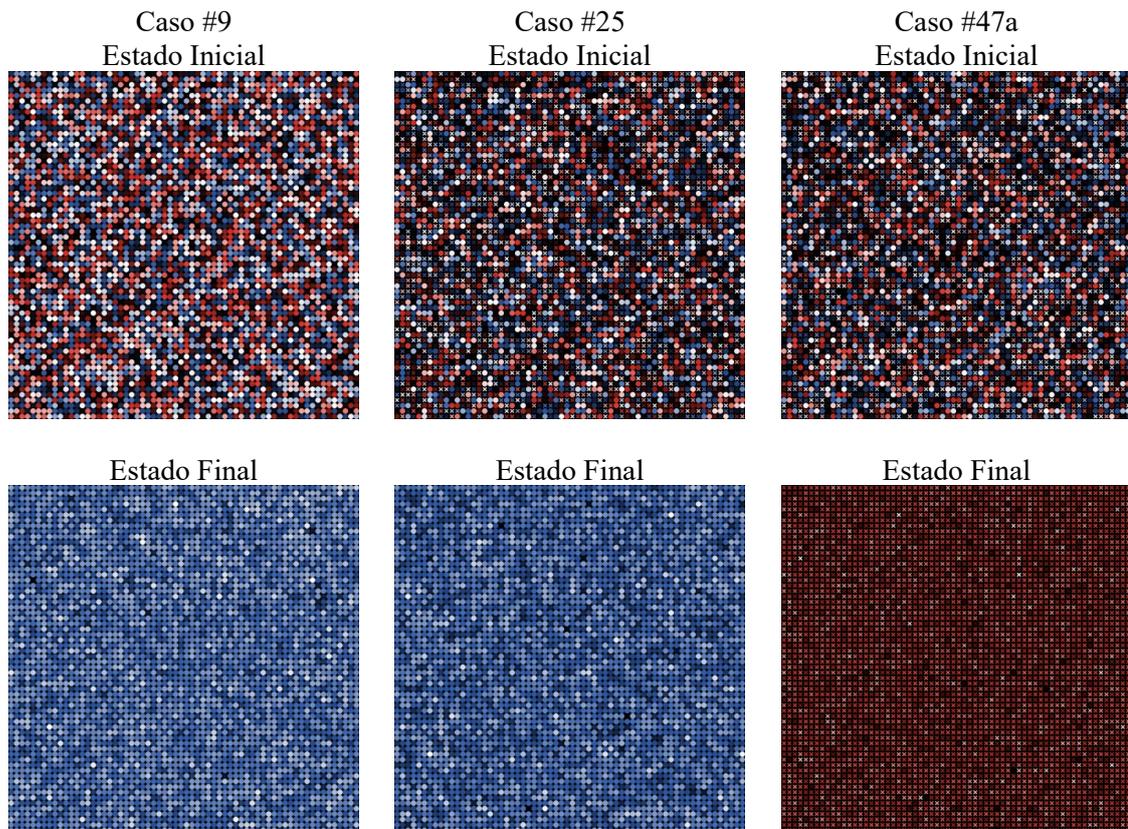


Figura 25: Homogeneização Total

É nítida a diferença entre estes casos e aqueles anteriores. Partindo-se de configurações aleatórias similares, a execução chegou a resultados bem diferentes. Nestes casos, nos deparamos com situação similar à encontrada por Axelrod onde todas as opiniões dos agentes, em todos os assuntos, são idênticas em cada assunto. Neste caso, um assunto para o caso #9, dois assuntos para o caso #25 e três assuntos para o caso #47a. O que teria determinado esta situação?

A mudança em relação aos casos anteriores é que o tipo de vizinhança deixou de ser restrito e passou a ser do tipo Global. Isto é, a rede de cada um dos agentes pode ser composta por qualquer um dos agentes da sociedade. Isso tem como consequência o estabelecimento de laços fracos, pois são menos frequentes. O que constata o argumento de Granovetter e Huckfeldt *et al.* (p.15) de que estes tipos de laço tornam mais eficaz a difusão de opiniões, o que levou à homogeneização de opiniões na sociedade, eliminando, portanto, a diversidade de opinião, mesmo com vários assuntos presentes na discussão.

Por fim, apresentaremos outras situações que sustentam outras hipóteses das teorias de comportamento político. São os casos #10, #11 e #12. Nestes casos, nos deparamos com situações de extremismo.

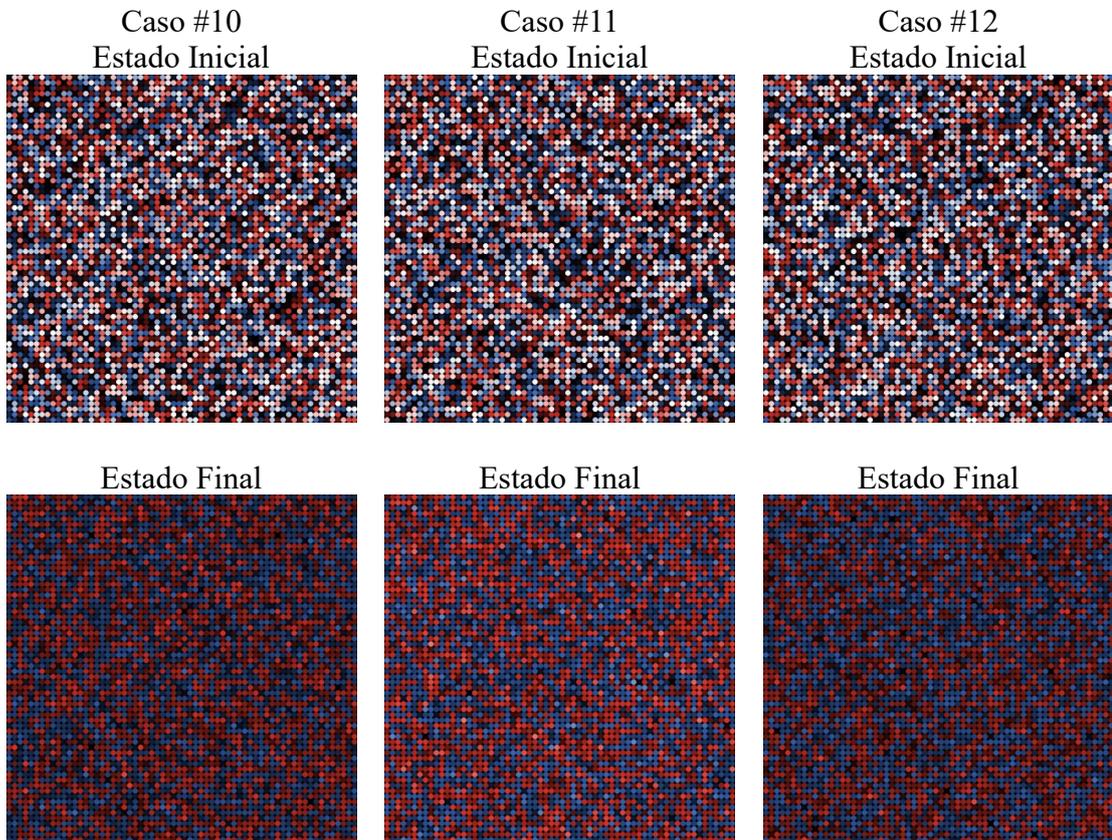
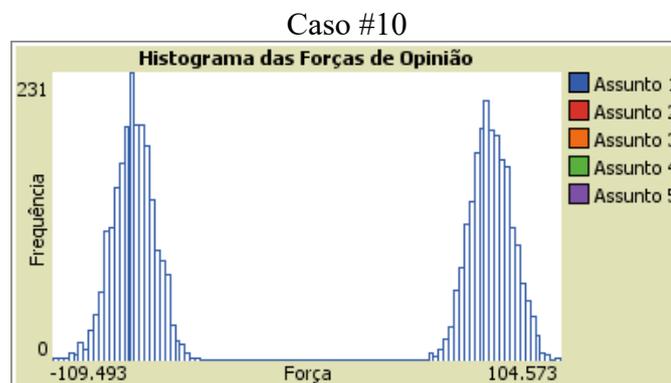


Figura 26: Casos de Extremismo

Os estados inicial e final dispostos nos quadros da Figura 26 talvez não deixem evidente o extremismo que ocorre nestes casos. No entanto, os histogramas da Figura 27 não deixam dúvidas.



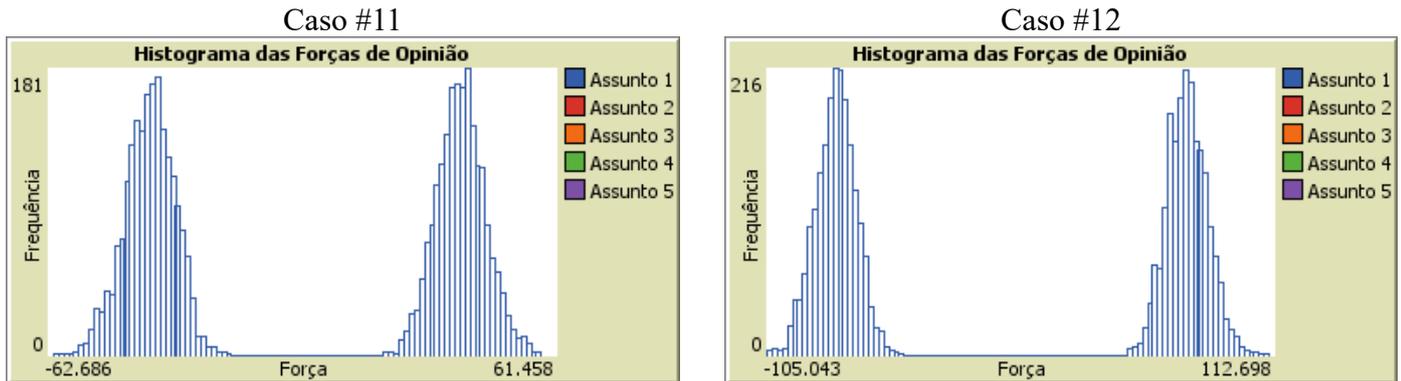


Figura 27: Histogramas de casos de extremismo

Com forças de opinião diferentes que podem ser observadas nos histogramas, estes casos demonstram que houve uma polarização das opiniões entre os agentes daquelas sociedades. A situação é considerada extrema porque a intensidade das opiniões dos agentes está nos limites extremos e nenhuma força de opinião é percebida no intervalo entre estes extremos.

É interessante apontar que o tipo de vizinhança é o mesmo dos casos analisados anteriormente, o Global, que levou à homogeneidade daquelas sociedades e que agora leva ao extremismo. Mas aqui há dois elementos novos: a confiança (“ativa-confiança”) e a interação do tipo Axelrod (ativa-axelrod). Em outros casos, em que também estão presentes, eles não produziram situações de extremismo com polarizações tão evidentes como estas aqui apresentadas (caso #28, por exemplo), pelo menos até o limite estabelecido de 75 interações por agente.

Assim, a partir do resultado destas simulações, nossa hipótese é de que é o grau de confiança entre os agentes da rede que determina o nível de exposição a pontos de vista políticos divergentes. Se o grau de confiança for baixo, não haverá interação entre os agentes, ou seja, exposição a opiniões divergentes, evitando, assim, mudanças de opinião. Se o grau de confiança for alto, haverá interação, que implicará reforço da opinião existente e o consequente extremismo.

Esta hipótese é corroborada com o argumento de Mutz (p. 16) que diz que “os indivíduos tendem a ser mais fechados, se afastando de opiniões divergentes”, como já foi anteriormente citado. E isto não seria interessante para a democracia, pois não permitiria a diversidade de opiniões.

Isto também é coerente com o que é apontado por Martins (p. 51-53) quanto à existência de posições extremistas serem função do isolamento do agente em relação a outras opiniões e, também, do reforço da intensidade das opiniões. Ele ainda acrescenta que esta polarização atrai fortemente os agentes quando há decisões binárias sem a possibilidade de escolhas intermediárias.

Neste sentido, observamos que, nestes casos destacados, o extremismo ocorre em uma situação em que temos somente um assunto na sociedade com possibilidade de opiniões positivas e negativas, somente. Talvez seja possível transpor esta situação para a nossa realidade política brasileira atual. Apesar da existência de uma diversidade de partidos políticos, os debates políticos se reduzem a dois grandes partidos que são o PT e o PSDB, o que nos leva a pensar na possibilidade da polarização das opiniões das pessoas em torno deles dois ao se engajarem neste tipo de discussão.

8. Considerações Finais

A dinâmica de opiniões é um campo de estudo que tem atraído pesquisadores de diversas áreas do conhecimento tais como a Física, a Ciência da Computação, a Sociologia e a Ciência Política. Enquanto as últimas lidam com instrumentos tradicionais de levantamento de dados para a elaboração teórica, os primeiros vêm utilizando-se de técnicas computacionais para a construção de hipóteses.

Acreditando-se na possibilidade de convergência e complementação destas duas alternativas como forma de potencializar a investigação teórica no campo do comportamento político, propôs-se a construção de um modelo computacional baseado em agentes. A partir dos exercícios de simulação deste modelo, esperou-se testar alguns argumentos teóricos defendidos por Diana Mutz, Robert Huckfeldt, Robert Axelrod e André Martins.

Como etapas para o desenvolvimento deste trabalho, fez-se um breve mapeamento de duas grandes categorias teóricas do comportamento político, a Escola Sociológica e a Escola Psicossociológica, acrescentando-se abordagens de estudos de rede. Em seguida, foram apresentadas breves controvérsias entre Huckfeldt e Diana Mutz, representantes daqueles últimos estudos.

Na sequência, apresentou-se a modelagem baseada em agentes e os modelos de Difusão Cultural, de Axelrod, de Formação de Opinião, de Huckfeldt et al., e o CODA, de Martins.

Feito isso, descreveu-se o modelo que foi construído para este trabalho, bem como alguns dos seus experimentos simulados.

Por fim, estabeleceram-se as análises e verificaram-se hipóteses teóricas defendidas pelos autores apontados anteriormente. Com isso, verificou-se o potencial do uso das técnicas de modelagem e simulação computacional como ferramenta para o desenvolvimento teórico das Ciências Sociais, de um modo geral, e da Ciência Política, mais particularmente, como bem acreditam Elinor Ostrom e os outros autores de “Working Together” (POTEETE *et al.*, 2010).

Reconhece-se que as análises aqui desenvolvidas carecem de mais profundidade e sofisticação.

Sugere-se a continuidade deste estudo ou de outros similares. O que aqui se apresentou foi um primeiro experimento de um aspirante a pesquisador que merece passar por um processo de amadurecimento técnico, teórico e intelectual.

Especificamente em relação ao que foi trabalhado nesta tese, incentiva-se: a execução de casos com maior número de assuntos, bem como com mais de duas opiniões passíveis de escolha por assunto; a implementação da possibilidade de se conversar somente sobre assuntos em que as opiniões sejam iguais e de os agentes se movimentarem em contextos diferentes; a simulação com outros tipos de interação tais como Sznajd, da maioria, do contra e o modelo Hegselmann-Krause.

Como base de comparação, utilizou-se o número médio de 75 interações para cada agente. Esta limitação, na maioria das vezes, não permitiu verificar se o sistema se estabiliza e em quanto tempo isto é alcançado. Talvez seja útil implementar o registro intermediário das condições do sistema durante a execução e não somente o seu estado inicial e final.

Mesmo com a simplicidade dos agentes e com as possíveis falhas originadas das limitações dos modelos e da tecnologia, a técnica de modelagem e simulação computacional baseada em agentes pode ser tornar cada vez mais útil à medida que possibilita a sofisticação gradativa de elementos que permitam compreender de maneira mais integrada os problemas sociais com o objetivo de propor soluções mais eficazes.

Referências

AXELROD, Robert. **The Complexity of Cooperation: agent-based models of competition and collaboration**. Princeton: Princeton University Press. 1997a. xiv+233 p. (Princeton Studies in Complexity). Disponível em

_____. The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization. **Journal of Conflict Resolution**, v. 41, n. 2, p. 203-226. 1997b.

BERRY, Brian J. L., *et al.* Adaptive agents, intelligence, and emergent human organization: Capturing complexity through agent-based modeling. **PNAS**, v. 99, n. Suppl. 3, p. 7187-7188. 2002.

CAMPBELL, Angus, *et al.* **The American Voter**. New York; London: John Wiley. 1960. Disponível em

CARMINES, Edward G. e HUCKFELDT, Robert. Political Behavior: An Overview. **A New Handbook of Political Science**. Goodin, Robert E. e Klingemann, Hans-Dieter. New York: Oxford University Press, p. 223-254. 1996.

CASTELLANO, Claudio, *et al.* Statistical physics of social dynamics. **Reviews of Modern Physics**, v. 81, n. 2, 05/11/, p. 591-646. 2009.

CASTRO, Mônica Mata Machado de. **Determinantes do Comportamento Eleitoral: a centralidade da sofisticação política**. (Doutorado). Ciência Política, Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

CONVERSE, Philip E. Os Sistemas de Crenças. In: Cardoso, Fernando Henrique e Martins, Carlos Estevam (Ed.). **Política & Sociedade**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, v. 2, 1979, p. 144-151. (Biblioteca Universitária - Série 2a. - Ciências Sociais)

DALTON, Russell J. Citizen Attitudes and Political Behavior. **Comparative Political Studies**, v. 33, n. 6/7, August/September, p. 29. 2000.

DRUCKMAN, James N. e LUPAIA, Arthur. Mind, Will and Choice. In: Goodin, Robert E. e Tilly, Charles (Ed.). **The Oxford Handbook of Contextual Political Analysis**. New York: Oxford University Press. (The Oxford Handbook of Political Science)

EISENBERG, José M. e VALE, Teresa Cristina de S. C. Simulação Eleitoral: uma nova metodologia para a ciência política. **Opinião Pública**, v. 15, n. 1, Junho, p. 190-223. 2009.

EPSTEIN, Joshua M. e AXTELL, Robert L. **Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up**. Cambridge, Mass.: MIT Press. 1996. 208 p. Disponível em

FIGUEIREDO, Marcus. **A Decisão do Voto: democracia e racionalidade**. Belo Horizonte Rio de Janeiro: Editora UFMG IUPERJ. 2008. 239 p. (Humanitas). Disponível em

GALAM, Serge. **Sociophysics: A Physicist's Modeling of Psycho-political Phenomena**. New York: Springer. 2012 (Understanding Complex Systems). Disponível em

GILBERT, G. Nigel. **Agent-based models**. Los Angeles: Sage Publications. 2008. xiii, 98 p. p. (Quantitative applications in the social sciences). Disponível em

GOMES, Marco Paulo. **Política Internacional, Modelagem e Simulação: uma abordagem por Sistemas Adaptativos Complexos**. Ciência Política, UFMG, Belo Horizonte, 2007. 78 p.

GOODIN, Robert E. e KLINGEMANN, Hans-Dieter. Political Science: The Discipline. **A New Handbook of Political Science**. Goodin, Robert E. e Klingemann, Hans-Dieter. New York: Oxford University Press, p. 3-49. 1996.

GRANOVETTER, Mark S. The Strength of Weak Ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, n. 6, p. 1360-1380. 1973.

HUCKFELDT, Robert, *et al.* **Political Disagreement: The Survival of Diverse Opinions within Communication Networks**. Cambridge: Cambridge University Press. 2004. 250 p. (Cambridge Studies in Public Opinion and Political Psychology). Disponível em

HUCKFELDT, Robert e SPRAGUE, John. **Citizens, Politics, and Social Communication: Information and Influence in an Election Campaign**. New York: Cambridge University Press. 1995. Disponível em

LAZARSELD, Paul Felix, *et al.* **The People's Choice: how the voter makes up his mind in a presidential campaign**. New York: Columbia University Press. 1965. Disponível em

MARTINS, André Cavalcanti Rocha. Continuous Opinions and Discrete Actions in Opinion Dynamics Problems. **International Journal of Modern Physics C**, v. 19, p. 617-624. 2008.

_____. **Simulando a Ciência: Dinâmica de Opiniões Bayesiana e Agentes Científicos Artificiais**. (Livre Docência). Universidade de São Paulo (USP), 2009.

MUTZ, Diana C. **Hearing the Other Side: Deliberative versus Participatory Democracy**. Cambridge: Cambridge University Press. 2006. 171 p. Disponível em

POTEETE, Amy R., *et al.* **Working together : collective action, the commons, and multiple methods in practice**. Princeton, N.J.: Princeton University Press. 2010. xxiii, 346 p. p. Disponível em

SCHELLING, Thomas C. **Micromotives and macrobehavior**. New York: Norton. 1978. 252 p. p. (Fels lectures on public policy analysis). Disponível em

WILENSKY, U. **NetLogo**. Northwestern University, Evanston, IL: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. 1999. Disponível em <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>.

WILENSKY, Uri. **NetLogo 5.0.5 User Manual**. Evanston: Center for Connected Learning (CCL) and Computer-Based Modeling. 2013. 434 p. Disponível em <<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/NetLogo%20User%20Manual.pdf>>.

Apêndice A: Código do Modelo em NetLogo 5.0.5

```

globals [ opiniao-aleatoria cor-do-patch assunto-sorteado opiniao-agente-ativo
opinio-vizinho assuntos-vizinho opiniao-agente-ativo-antes assuntos-agente-ativo
confianca n-encontros n-interacoes n-mudancas-opinio tempo-decorrido max-valor-
blue min-valor-red max-valor-red opiniao-aux cor-atual-escala? desvio-padrao
desvio-padrao-aux n-opinioes-positivas-por-assunto n-opinioes-negativas-por-assunto
n-agentes proporcao-opinioes-positivas-por-assunto proporcao-opinioes-negativas-
por-assunto perc-vizinhos-mesma-opinio-assunto ]

turtles-own [ assuntos n-interacoes-por-agente n-vizinhos-mesma-opinio-por-assunto
]

to setup ;; "to" inicia um procedimento que neste caso foi-lhe atribuído o nome
"setup"
  ;; (for this model to work with NetLogo's new plotting features,
  ;; __clear-all-and-reset-ticks should be replaced with clear-all at
  ;; the beginning of your setup procedure and reset-ticks at the end
  ;; of the procedure.)
  clear-all

  ;; inicializa variáveis
  set n-agentes world-width * world-height ;; calcula o número de agentes a partir
do número de patches já que, neste modelo, um patch abriga somente um agente.
  set assunto-sorteado 0
  set n-encontros 0
  set n-interacoes 0
  set n-mudancas-opinio 0
  set tempo-decorrido 0
  set opiniao-aux 0
  ifelse ativa-escala-cor [set cor-atual-escala? true] [set cor-atual-escala?
false] ;; se o indicador de uso de escala de cor estiver ligado atribui verdadeiro
ao controle de

  ;; cor atual. Se o indicador estiver desligado, atribui falso ao controle. Este
controle é

  ;; utilizado no procedimento alterna-cor-padrao-escala.

  ifelse n-assuntos = 1 and ativa-axelrod = true
  [
    output-print "Tipo de confiança 'Axelrod' com"
    output-print "n-assuntos = 1 não altera as"
    output-print "opiniões, pois para haver a "
    output-print "interação, a semelhança deve"
    output-print "ser 100%, o que leva ao"
    output-print "reforço de opinião e não a sua"
    output-print "alteração."
  ]
  [
    output-print ""
  ]

  ;; CRIA OS AGENTES
  cria-agentes ;; chama o procedimento "cria-agentes" definido abaixo que cria os
agentes

  ;; MEDIDAS MACRO/GLOBAIS DE DIVERSIDADE DO SISTEMA/MUNDO/SOCIEDADE

  ;; cria e inicializa a lista de quantidade de opiniões positivas e negativas.
  set n-opinioes-positivas-por-assunto []
  set n-opinioes-negativas-por-assunto []
  let n-assuntos-aux 0

```

```

let n-opiniones-aux 0
repeat n-assuntos
[
  set n-opiniones-aux count turtles with [item n-assuntos-aux assuntos > 0 ]
  set n-opiniones-positivas-por-assunto lput n-opiniones-aux n-opiniones-positivas-
por-assunto
  set n-opiniones-aux n-agentes - n-opiniones-aux
  set n-opiniones-negativas-por-assunto lput n-opiniones-aux n-opiniones-negativas-
por-assunto
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]

;; cria e inicializa a lista com a proporção de opiniões positivas e negativas
por assunto.
set proporcao-opiniones-positivas-por-assunto []
set proporcao-opiniones-negativas-por-assunto []
set n-assuntos-aux 0
set n-opiniones-aux 0
let percentual-aux 0
repeat n-assuntos
[
  set n-opiniones-aux item n-assuntos-aux n-opiniones-positivas-por-assunto
  set percentual-aux n-opiniones-aux / n-agentes * 100
  set proporcao-opiniones-positivas-por-assunto lput percentual-aux proporcao-
opiniones-positivas-por-assunto
  set percentual-aux 100 - percentual-aux
  set proporcao-opiniones-negativas-por-assunto lput percentual-aux proporcao-
opiniones-negativas-por-assunto
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]

;; cria e inicializa a lista de desvios padrão
set desvio-padrao []
set n-assuntos-aux 0
repeat n-assuntos
[
  set desvio-padrao-aux standard-deviation [item n-assuntos-aux assuntos] of
turtles ;; calcula os desvios padrão para cada um dos assuntos
  set desvio-padrao lput desvio-padrao-aux desvio-padrao ;; monta a lista com os
desvios padrão composta por cada um dos assuntos
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]

;; MEDIDAS LOCAIS (AGENTE) DE DIVERSIDADE DO SISTEMA/MUNDO/SOCIEDADE ;; creio que
não esteja eficiente. Deve haver uma maneira mais simples de se fazer.

;; calcula o número de vizinhos que concordam com um agente em cada assunto
ask turtles
[
  set assuntos-agente-ativo assuntos
  set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto []
  set n-assuntos-aux 0
  repeat n-assuntos
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto lput 0 n-vizinhos-mesma-opiniao-por-
assunto ;; inicializa a lista com quantidade de vizinhos com a mesma opinião por
assunto.
  ]

  ;; chama o procedimento que conta o número de vizinhos com opiniões iguais
calcula-numero-vizinhos-mesma-opiniao
]

calcula-media-percentual-geral-de-opiniones-iguais-por-assunto ;; chama o
procedimento que calcula a média percentual das opiniões gerais iguais por assunto.

reset-ticks

```

```

end

to cria-agentes
  set max-valor-blue 0
  set min-valor-red 0

  ask patches; chama todos os patches
  [
    sprout 1 ; cria 1 agente sobre o patch
    [
      set assuntos [] ;; cria a lista de assuntos para o agente.
      set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto [] ;; cria a lista de percentual
dos vizinhos do agente que concordam com ele em cada assunto.
      repeat n-assuntos
      [
        set opiniao-aleatoria -1 + random-float 2 ;; sorteia um número
aleatório entre -1 e 1 que representará a opinião do agente.
        set assuntos lput opiniao-aleatoria assuntos ;; monta a lista com as
opiniões aleatórias sorteadas para o agente.
      ]
      set opiniao-aux item 0 assuntos ;; opiniao-aux é igual ao valor da
opinião do primeiro assunto e será utilizada no procedimento visual-agente que é
chamado a seguir.
      visual-agente
      set n-interacoes-por-agente 0
    ]
  ]
end

to go
  if ticks != 0 and ticks = parar-em-tick [repeat 3 [beep wait 0.7] stop] ;; pára a
execução no tick correspondente àquele informado pelo observador (usuário) e soa um
beep 3x.

  ;; se houver controle de média de interações por agente, pára a execução qdo a
média informada pelo observador é atingida.
  if parar-media-interacoes-agente != 0 and mean [n-interacoes-por-agente] of
turtles >= parar-media-interacoes-agente [repeat 3 [beep wait 0.7] stop]

  ;; se todos os agentes tiverem opinião positiva ou negativa, foi encontrado
equilíbrio, no sentido de que não será mais possível mudança de opinião. Assim,
pára a execução.
  ;; a partir desse ponto, a continuidade da execução levará as opiniões a se
intensificarem indefinidamente.

  if n-assuntos = 1
  [
    if all? turtles [item 0 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 0 assuntos > 0]
    [ repeat 3 [beep wait 0.7] stop ]
  ]

  if n-assuntos = 2
  [
    if (all? turtles [item 0 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 0 assuntos > 0])
and
    (all? turtles [item 1 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 1 assuntos > 0])
    [ repeat 3 [beep wait 0.7] stop ]
  ]

  if n-assuntos = 3
  [
    if (all? turtles [item 0 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 0 assuntos > 0])
and
    (all? turtles [item 1 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 1 assuntos > 0])
and
    (all? turtles [item 2 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 2 assuntos > 0])
    [ repeat 3 [beep wait 0.7] stop ]
  ]

```

```

]

if n-assuntos = 4
[
  if (all? turtles [item 0 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 0 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 1 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 1 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 2 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 2 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 3 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 3 assuntos > 0])
  [ repeat 3 [beep wait 0.7] stop ]
]

if n-assuntos = 5
[
  if (all? turtles [item 0 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 0 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 1 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 1 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 2 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 2 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 3 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 3 assuntos > 0])
and
  (all? turtles [item 4 assuntos < 0 ] or all? turtles [item 4 assuntos > 0])
  [ repeat 3 [beep wait 0.7] stop ]
]

;; atualiza o tempo decorrido
ifelse tempo-decorrido = 0 [ set tempo-decorrido converte-tempo-hms reset-timer ]
[ set tempo-decorrido converte-tempo-hms ]

;; inicia a formação de díades escolhendo, aleatoriamente, um agente.
ask one-of turtles
[
  set assunto-sorteado random n-assuntos ; sorteia um assunto
  set opiniao-agente-ativo item assunto-sorteado assuntos
  set opiniao-agente-ativo-antes opiniao-agente-ativo
  set assuntos-agente-ativo assuntos

  if tipo-vizinhanca = "von Neumann" ;; vizinhança Von Neumann interage com 4
  agentes em torno do agente ativo: acima, abaixo, direita e esquerda.
  [
    ask one-of turtles-on neighbors4 ;; escolhe aleatoriamente um agente
    [
      set opiniao-vizinho item assunto-sorteado assuntos ; identifica a opiniao
do vizinho sorteado
      ifelse ativa-confianca or ativa-axelrod [ calcula-confianca ] [ set
confianca 1]
    ]
  ]

  if tipo-vizinhanca = "Moore" ;; vizinhança Moore interage com os 8 agentes em
torno do agente ativo.
  [
    ask one-of turtles-on neighbors
    [
      set opiniao-vizinho item assunto-sorteado assuntos ; identifica a opiniao
do vizinho sorteado
      ifelse ativa-confianca or ativa-axelrod [ calcula-confianca ] [ set
confianca 1]
    ]
  ]

  if tipo-vizinhanca = "Global" ;; vizinhança Global interage com agentes
localizados em qualquer lugar do mundo.
  [
    ask one-of turtles

```

```

    [
      set opiniao-vizinho item assunto-sorteado assuntos ; identifica a opinião
do vizinho sorteado
      ifelse ativa-confianca or ativa-axelrod [ calcula-confianca ] [ set
confianca 1]
    ]
  ]

  set n-encontros n-encontros + 1 ; contabiliza o número de encontros entre
agentes. A partir desse encontro pode ou não haver interação (conversa entre os
agentes)

  ;; o encontro se tornará interação, ou seja, conversa entre os agentes:
  ;; - se não estiver ativa a interação na forma de Axelrod; ou
  ;; - estando ativa a interação na forma de Axelrod, o nível de confiança tem
que ser igual ou superior ao limiar-Axelrod definido.

  if (ativa-axelrod = false) or (ativa-axelrod = true and confianca >= limiar-
Axelrod) ;; atualiza a opinião do agente intensificando ou reduzindo de acordo com
a opinião

;; do vizinho sorteado.
  [
    if opiniao-vizinho > 0 [set opiniao-agente-ativo opiniao-agente-ativo + (1
* confianca)]
    if opiniao-vizinho < 0 [set opiniao-agente-ativo opiniao-agente-ativo - (1
* confianca)]
    set n-interacoes n-interacoes + 1
    set n-interacoes-por-agente n-interacoes-por-agente + 1
  ]

  if (opinioao-agente-ativo-antes < 0 and opiniao-agente-ativo > 0) or (opinioao-
agente-ativo-antes > 0 and opiniao-agente-ativo < 0) ;;contabiliza se houve mudança
de opinião
  [
    set n-mudancas-opinioao n-mudancas-opinioao + 1

    ;; atualiza a quantidade de opiniões positivas e negativas por assunto
    ifelse sinal opiniao-agente-ativo = "positivo"
    [
      let n-opinioes-aux item assunto-sorteado n-opinioes-positivas-por-assunto
      set n-opinioes-aux n-opinioes-aux + 1
      set n-opinioes-positivas-por-assunto replace-item assunto-sorteado n-
opinioes-positivas-por-assunto n-opinioes-aux
      set n-opinioes-aux item assunto-sorteado n-opinioes-negativas-por-assunto
      set n-opinioes-aux n-opinioes-aux - 1
      set n-opinioes-negativas-por-assunto replace-item assunto-sorteado n-
opinioes-negativas-por-assunto n-opinioes-aux
    ]
    [
      let n-opinioes-aux item assunto-sorteado n-opinioes-negativas-por-assunto
      set n-opinioes-aux n-opinioes-aux + 1
      set n-opinioes-negativas-por-assunto replace-item assunto-sorteado n-
opinioes-negativas-por-assunto n-opinioes-aux
      set n-opinioes-aux item assunto-sorteado n-opinioes-positivas-por-assunto
      set n-opinioes-aux n-opinioes-aux - 1
      set n-opinioes-positivas-por-assunto replace-item assunto-sorteado n-
opinioes-positivas-por-assunto n-opinioes-aux
    ]
  ]

  ;; atualiza a lista com o percentual de opiniões positivas e negativas por
assunto.
  let n-opinioes-aux 0
  let percentual-aux 0
  let n-assuntos-aux 0
  set n-opinioes-aux item assunto-sorteado n-opinioes-positivas-por-assunto
  set percentual-aux n-opinioes-aux / n-agentes * 100

```

```

    set proporcao-opinioes-positivas-por-assunto replace-item assunto-sorteado
    proporcao-opinioes-positivas-por-assunto percentual-aux
    set percentual-aux 100 - percentual-aux
    set proporcao-opinioes-negativas-por-assunto replace-item assunto-sorteado
    proporcao-opinioes-negativas-por-assunto percentual-aux

    ;; chama o procedimento que conta o número de vizinhos com opiniões iguais
    calcula-numero-vizinhos-mesma-opiniao

    ;; chama o procedimento que calcula a média percentual das opiniões gerais
    iguais por assunto.
    calcula-media-percentual-geral-de-opinioes-iguais-por-assunto

]

set assuntos replace-item assunto-sorteado assuntos opiniao-agente-ativo
set opiniao-aux opiniao-agente-ativo
visual-agente
]

set desvio-padrao-aux standard-deviation [item assunto-sorteado assuntos] of
turtles ;; recalcula o desvio padrão para o assunto sorteado
set desvio-padrao replace-item assunto-sorteado desvio-padrao desvio-padrao-aux
;; atualiza a lista com os desvios padrão para o assunto sorteado

tick ; time step. Incrementa em 1 o contador de tick.
end

to alterna-cor-padrao-escala
  ifelse cor-atual-escala?
  [
    ask turtles
    [
      ifelse item 0 assuntos > 0 [set color blue] [set color red]
    ]
    set cor-atual-escala? false
  ]

  [
    ask turtles
    [
      ifelse item 0 assuntos > 0 ;; se a opinião que está sendo tratada for
      positiva executa o procedimento com a cor azul, caso contrário (negativa) executa o
      procedimento
      ;; com a cor vermelha.
      [ set color scale-color blue item 0 assuntos max-valor-blue 0 ] ;; colore
      em tons de azul
      [ set color scale-color red item 0 assuntos min-valor-red 0 ] ;; colore em
      tons de vermelho
    ]
    set cor-atual-escala? true
  ]
end

to visual-agente
  ;; Define a cor e o formato do agente
  ;; A cor se refere ao 1o. Assunto:
  ;; - opinião positiva: azul
  ;; - opinião negativa: vermelho

  ;; A forma se refere ao 2o. Assunto:
  ;; - opinião positiva: círculo
  ;; - opinião negativa: x

  ifelse n-assuntos = 1

```

[set shape "circle"] ;; se houver somente um assunto sendo tratado, define o formato dos agentes como um círculo. Se forem 2 ou mais faz o tratamento logo a seguir.

[ifelse item 1 assuntos > 0 [set shape "circle"] [set shape "x"]] ;; se houverem dois assuntos ou mais, determina o formato do assunto 2. Assuntos acima de 2, ou seja,

;; 3 ou mais, não têm representação visual, porque não foi encontrada uma forma de fazê-la.

if assunto-sorteado = 0 ;; se o assunto sorteado for o primeiro (= 0) , faz o tratamento da cor do agente. No caso de haver somente um assunto, assunto-sorteado será

;; sempre 0, executando-se, portanto, o tratamento de cor.

```
[
  ifelse ativa-escala-cor ;; colore os agentes com escala de cores
  [
    determina-opiniao-min-max
    ifelse opiniao-aux > 0 ;; se a opinião que está sendo tratada for positiva
    executa o procedimento com a cor azul, caso contrário (negativa) executa o
    procedimento com a
    ;; cor vermelha.
    [ set color scale-color blue opiniao-aux max-valor-blue 0 ] ;; colore em
    tons de azul
    [ set color scale-color red opiniao-aux min-valor-red 0 ] ;; colore em tons
    de vermelho
  ]
]
```

```
[ ;; neste caso não está ativada a escala de cor
  ifelse opiniao-aux > 0 [set color blue] [set color red] ;;se a opinião que
  está sendo tratada for positiva colore o agente de azul, se negativa colore o
  agente de vermelho
]
]
```

to determina-opiniao-min-max ;; estabelece os valores máximos e mínimos das opiniões azul e vermelha para evitar ler todos os agentes todo o tempo, que seria um procedimento

```
;; lento.
ifelse opiniao-aux > 0 ;; azul
[
  if opiniao-aux > max-valor-blue [ set max-valor-blue opiniao-aux]
]
[ ;; vermelho
  if opiniao-aux < min-valor-red [set min-valor-red opiniao-aux]
]
end
```

to calcula-confianca ;; calcula o índice confiança que será entre 0 e 1 de acordo com a similaridade de opiniões com o vizinho

```
set confianca similaridade assuntos-agente-ativo assuntos ; verifica a
similaridade de opiniões
; entre os agentes
```

ativo (assuntos-agente-vizinho) e vizinho (assuntos)
end

to-report similaridade [lista-assuntos-A lista-assuntos-B] ;; verifica a similaridade de opiniões entre dois agentes e retorna a proporção desta similaridade de 0 a 1

```
let n 0
let l length lista-assuntos-A
let similaridades 0
repeat l
[
  if (sinal item n lista-assuntos-A) = (sinal item n lista-assuntos-B) [set
  similaridades similaridades + 1] ;; compara cada um dos traços culturais entre os
  dois agentes.
```

```

        set n n + 1
      ]
      report similaridades / 1
    end

    to-report sinal [opinioao]
      if opiniao < 0 [report "negativo"]
      if opiniao > 0 [report "positivo"]
    end

    to calcula-numero-vizinhos-mesma-opinioao
      let contador-mesma-opinioao-assunto1 0
      let contador-mesma-opinioao-assunto2 0
      let contador-mesma-opinioao-assunto3 0
      let contador-mesma-opinioao-assunto4 0
      let contador-mesma-opinioao-assunto5 0

      ;; calcula o número de vizinhos com a mesma opinião para o tipo de vizinhança von
      Neumann.
      if tipo-vizinhanca = "von Neumann"
        [
          ask turtles-on neighbors4
          [
            let n-assuntos-aux 0
            repeat n-assuntos
            [
              if sinal item n-assuntos-aux assuntos = sinal item n-assuntos-aux assuntos-
              agente-ativo
              [
                ifelse n-assuntos-aux = 0
                [ set contador-mesma-opinioao-assunto1 contador-mesma-opinioao-assunto1 + 1
              ]
                [ ifelse n-assuntos-aux = 1
                [ set contador-mesma-opinioao-assunto2 contador-mesma-opinioao-assunto2 +
                1 ]
                [ ifelse n-assuntos-aux = 2
                [ set contador-mesma-opinioao-assunto3 contador-mesma-opinioao-assunto3
                + 1 ]
                [ ifelse n-assuntos-aux = 3
                [ set contador-mesma-opinioao-assunto4 contador-mesma-opinioao-
                assunto4 + 1 ]
                [ set contador-mesma-opinioao-assunto5 contador-mesma-opinioao-
                assunto5 + 1 ]
                ]
              ]
            ]
          ]
          set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
        ]
      ]

      ;; calcula o número de vizinhos com a mesma opinião para o tipo de vizinhança
      Moore.
      if tipo-vizinhanca = "Moore" ;; vizinhança Von Neumann interage com 4 agentes em
      torno do agente ativo: acima, abaixo, direita e esquerda.
      [
        ask turtles-on neighbors
        [
          let n-assuntos-aux 0
          repeat n-assuntos
          [
            if sinal item n-assuntos-aux assuntos = sinal item n-assuntos-aux assuntos-
            agente-ativo
            [
              ifelse n-assuntos-aux = 0
              [ set contador-mesma-opinioao-assunto1 contador-mesma-opinioao-assunto1 + 1
            ]
          ]
        ]
      ]
    ]
  
```

```

        [ ifelse n-assuntos-aux = 1
          [ set contador-mesma-opiniao-assunto2 contador-mesma-opiniao-assunto2 +
1 ]
          [ ifelse n-assuntos-aux = 2
            [ set contador-mesma-opiniao-assunto3 contador-mesma-opiniao-assunto3
+ 1 ]
            [ ifelse n-assuntos-aux = 3
              [ set contador-mesma-opiniao-assunto4 contador-mesma-opiniao-
assunto4 + 1 ]
              [ set contador-mesma-opiniao-assunto5 contador-mesma-opiniao-
assunto5 + 1 ]
            ]
          ]
        ]
      ]
    ]
  ]
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]
]

;; registra na lista n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto do agente ativo o
número de vizinhos com a mesma opinião por assunto.
let n-assuntos-aux 0
repeat n-assuntos
[
  if n-assuntos-aux = 0
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto replace-item n-assuntos-aux n-
vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto contador-mesma-opiniao-assunto1
  ]

  if n-assuntos-aux = 1
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto replace-item n-assuntos-aux n-
vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto contador-mesma-opiniao-assunto2
  ]

  if n-assuntos-aux = 2
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto replace-item n-assuntos-aux n-
vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto contador-mesma-opiniao-assunto3
  ]

  if n-assuntos-aux = 3
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto replace-item n-assuntos-aux n-
vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto contador-mesma-opiniao-assunto4
  ]

  if n-assuntos-aux = 4
  [
    set n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto replace-item n-assuntos-aux n-
vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto contador-mesma-opiniao-assunto5
  ]
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]
]
end

to calcula-media-percentual-geral-de-opinioes-iguais-por-assunto
;; calcula a média percentual geral de opiniões iguais entre os agentes
set perc-vizinhos-mesma-opiniao-assunto []
let n-assuntos-aux 0
repeat n-assuntos
[
  set perc-vizinhos-mesma-opiniao-assunto lput 0 perc-vizinhos-mesma-opiniao-
assunto ;; inicializa a lista com quantidade de vizinhos com a mesma opinião por
assunto.
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]
]

```

```

]

set n-assuntos-aux 0
repeat n-assuntos
[
  let media mean [item n-assuntos-aux n-vizinhos-mesma-opiniao-por-assunto] of
  turtles
  if tipo-vizinhanca = "von Neumann"
  [ set perc-vizinhos-mesma-opiniao-assunto replace-item n-assuntos-aux perc-
  vizinhos-mesma-opiniao-assunto (media / 4 * 100) ]
  if tipo-vizinhanca = "Moore"
  [ set perc-vizinhos-mesma-opiniao-assunto replace-item n-assuntos-aux perc-
  vizinhos-mesma-opiniao-assunto (media / 8 * 100) ]
  set n-assuntos-aux n-assuntos-aux + 1
]
end

to-report converte-tempo-hms ;; Converte o valor em segundos do comando timer para
o formato hh:mm:ss (hora:minuto:segundo)
  let tempo timer
  report (word transforma-numero-para-string(tempo / 3600) ":" ;; conversão do
tempo correspondente às horas
          transforma-numero-para-string( (tempo mod 3600) / 60 ) ":" ;;
conversão do tempo correspondente aos minutos
          transforma-numero-para-string(tempo mod 60) ;; conversão do tempo
correspondente aos segundos
        )
end

to-report transforma-numero-para-string [ numero ] ;; formata o número para duas
casas transformando-o em string.
  report substring (word (100 + int numero)) 1 3
end

```