

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

**Um Sistema de Valores de Troca
para Suporte às Interações em
Sociedades Artificiais**

por

MAÍRA RIBEIRO RODRIGUES

Dissertação submetida a avaliação,
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

Prof. Dr. Antonio Carlos da Rocha Costa
Orientador

Prof. Dr. Rafael Heitor Bordini
Co-orientador

Porto Alegre, maio de 2003

CIP — CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Rodrigues, Maíra Ribeiro

Um Sistema de Valores de Troca para Suporte às Interações em Sociedades Artificiais / por Maíra Ribeiro Rodrigues. — Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2003.

134 p.: il.

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2003. Orientador: Costa, Antonio Carlos da Rocha; Co-orientador: Bordini, Rafael Heitor.

1. Sistemas multiagente. 2. Interação social. 3. Trocas sociais. 4. Valores de troca. 5. Simulação social. I. Costa, Antonio Carlos da Rocha. II. Bordini, Rafael Heitor. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof^a. Wrana Maria Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Prof^a. Jocélia Grazia

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

*“Viver é a coisa mais rara do mundo.
A maioria das pessoas apenas existe.”-- OSCAR WILDE*

*À minha família,
com muito carinho*

Agradecimentos

Nestes dois anos de mestrado algumas pessoas tiveram papel fundamental para que o meu trabalho pudesse ser concluído com êxito. Reservo este espaço para expressar o reconhecimento por todo apoio e incentivo.

Gostaria de agradecer inicialmente aos meus orientadores, prof. Rocha Costa e prof. Rafael Bordini, por acompanharem meu trabalho com tanta dedicação. Em especial, agradeço ao prof. Rocha por dar-me a oportunidade de desenvolver uma proposta tão interessante e inovadora. Também agradeço ao Rafael Bordini que, mesmo longe, acompanhou-me com muita dedicação, ajudando-me sempre. Obrigada pelo incentivo e por acreditar na qualidade desta dissertação, mesmo quando a idéia de utilizar a teoria de Piaget se mostrava um tanto desafiadora.

A minha família - *meus pais, Antônio e Norma, e meus irmãos, Maiana e Pablo* - agradeço pelo constante apoio e incentivo nestes dois anos de Mestrado. Gostaria de retribuir o carinho de todos dedicando-lhes este trabalho.

Ao Fernando agradeço não só pelo carinho e amor que amenizaram os períodos difíceis, mas também por ser companheiro em discussões acerca do tema proposto, as quais resultaram em idéias muito interessantes para o desenvolvimento desta dissertação. Obrigada por incentivar-me, sempre.

A participação de todos foi muito importante para esta conquista.

Sumário

Lista de Abreviaturas	8
Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	10
Resumo	11
Abstract	12
1 Introdução	13
2 Trabalhos Relacionados	17
2.1 Papel cognitivo das avaliações e dos valores	18
2.1.1 Valores	19
2.1.2 Características Gerais dos Valores	20
2.1.3 A Função dos Valores para o Agente Social	20
2.2 Agentes com decisão baseada em múltiplos valores e a arquitetura BVG	21
2.3 Piaget e as outras noções de valores	23
3 A Teoria Sociológica de Piaget	24
3.1 A Teoria das Trocas de Valores	25
3.1.1 As Escalas de Valores	26
3.2 A Troca Interindividual de Valores	27
3.2.1 Valores de Troca e Valores Econômicos	30
3.3 A Troca Intelectual de Valores	31
3.4 A Troca de Valores entre Sociedades	32
3.5 O Papel das Normas na Troca de Valores	34
3.5.1 Equilíbrio normativo de ordem moral	35
3.5.2 Equilíbrio normativo de ordem jurídica	36
4 Modelos de Organização Dinâmica	40
4.1 Redes de Contrato	40
4.2 Modelo de Coalizões Baseadas em Dependências	42
4.2.1 A Teoria da Dependência Social	43
4.2.2 Mecanismo de Raciocínio Social Baseado em Dependências	45
4.2.3 Modelo Cognitivo de Raciocínio Social Baseado em Dependências	47
4.3 Comparação entre os Modelos	50
5 O Sistema de Valores de Troca	52
5.1 Representação, Armazenamento e Manipulação dos Valores de Troca	52
5.2 Estruturas de Informação Complementares	54
5.3 Mecanismo de Raciocínio Social Baseado em Valores	58
5.3.1 Antes da Troca	60
5.3.2 Durante a Troca	65
5.3.3 Depois da Troca	67

5.4	Elementos especiais	68
5.4.1	Normas	68
5.4.2	Punição	68
5.4.3	Informação sobre os outros agentes	69
5.4.4	Escala de Valores Quantitativa	69
6	Integração do Sistema de Valores em Modelos Existentes	71
6.1	Extensão do Modelo Baseado em Dependências	72
6.1.1	Antes da troca	72
6.1.2	Estratégias	76
6.1.3	Contribuições do Sistema de Valores para o Modelo de Dependências	79
6.2	Extensão do Modelo Redes de Contrato	80
6.2.1	Antes da troca	81
6.2.2	Estratégias	86
6.2.3	Contribuições do Sistema de Valores para o Modelo Redes de Contrato	87
7	Cenário	89
7.1	Descrição do Cenário	89
7.1.1	Descrição dos agentes	89
7.1.2	A simulação	93
7.1.3	Normas	94
7.1.4	Estratégias de Valores	95
7.1.5	Informação sobre outros Agentes	101
7.2	Experimentações	101
7.2.1	Primeira experimentação	102
7.2.2	Segunda Experimentação	105
7.2.3	Terceira Experimentação	108
7.2.4	Quarta Experimentação	111
8	Conclusão	112
9	Trabalhos Futuros	113
Anexo 1	Primeira Experimentação	114
Anexo 2	Estruturas de Valores	129
Bibliografia		131

Lista de Abreviaturas

SMA	Sistemas Multiagente
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
MBMD	Mutually Believed Mutual Dependence
MBRD	Mutually Believed Reciprocal Dependence
LBMD	Locally Believed Mutual Dependence
LBRD	Locally Believed Reciprocal Dependence

Lista de Figuras

FIGURA 3.1 – Escala de Valores	26
FIGURA 3.2 – Sequência de eventos da troca interindividual.	28
FIGURA 3.3 – Conservação de valores pelas regras do direito não-codificado.	37
FIGURA 3.4 – Conservação de valores pelas regras do direito codificado.	39
FIGURA 4.1 – Sequência de eventos do protocolo Redes de Contrato.	41
FIGURA 4.2 – Sequência de eventos do raciocínio social dos agentes.	48
FIGURA 5.1 – Cálculo sobre valores.	58
FIGURA 5.2 – Diagrama de estados do mecanismo de raciocínio social baseado em valores.	60
FIGURA 6.1 – Sequência de Eventos para os Três Modelos.	71
FIGURA 6.2 – Mapeamento do mecanismo de raciocínio social sobre dependências.	72
FIGURA 6.3 – Mapeamento do mecanismo de raciocínio do modelo Redes de Contrato.	82

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 – Piaget e as outras noções de valores.	23
TABELA 5.1 – Descrição externa.	54
TABELA 5.2 – Estado de valores de um agente α	55
TABELA 5.3 – Histórico de valores de um agente α	55
TABELA 5.4 – Descrição externa com informações sobre critérios de avaliação.	69
TABELA 7.1 – Tabela de alternativas	93
TABELA 7.2 – Descrição externa do cenário.	94
TABELA 7.3 – Composição da Sociedade.	101
TABELA A.1 – Troca de mensagens.	128

Resumo

Este trabalho propõe a definição de um Sistema de Valores de Troca para modelar as trocas sociais entre agentes em sociedades artificiais. Esse sistema é baseado na Teoria das Trocas de Valores de Jean Piaget e é composto por uma *álgebra de valores de troca*, que indica como esses valores devem ser representados e manipulados, por um *mecanismo de raciocínio social* baseado em valores de troca e por *estruturas* capazes de armazenar e manipular tais valores. Nesse sistema, os valores de troca são vistos tanto como *elementos motivadores* das interações quanto como *elementos reguladores* responsáveis pelo equilíbrio e continuidade das trocas sociais. Acredita-se que o sistema proposto é capaz de melhorar a modelagem das interações entre agentes sociais, na medida em que captura aspectos morais de tais interações. É mostrado, também, como o sistema de valores proposto pode ser integrado com modelos de interação existentes na literatura de sistemas multiagente. Para isso, foram escolhidos dois modelos práticos de organização dinâmica - o Redes de Contrato e o Modelo de Coalizões Baseadas em Dependências. Para demonstrar como o sistema de valores de troca pode ser aplicado na modelagem e na simulação de situações reais, é descrito um cenário para experimentação, no qual o sistema proposto é utilizado para modelar, de forma simplificada, o processo de lobby através de contribuições para campanhas políticas. Com este cenário pretende-se observar, além da dinâmica dos valores de troca, a capacidade do sistema em modelar características mais subjetivas das interações (normalmente observadas nas relações humanas), e, ao mesmo tempo, prover elementos reguladores, instrumentos para a continuidade das interações e trocas sociais.

Palavras-chave: Sistemas multiagente, interação social, trocas sociais, valores de troca, simulação social.

TITLE: “A SYSTEM OF EXCHANGE VALUES TO SUPPORT INTERACTIONS IN ARTIFICIAL SOCIETIES”

Abstract

This work proposes the definition of a System of Exchange Values for modeling social exchanges among agents in artificial societies. This system is based on Jean Piaget's Theory of exchange values and consists of an algebra of exchange values, which indicates the way these values must be represented and manipulated, of a social reasoning mechanism based on exchange values and of structures capable of storing and manipulating such values. In the system the exchange values are seen both as motivational elements in the interactions between agents and as regulatory elements with respect to the equilibrium and the continuity of social exchanges. Besides, it is believed that the proposed system is capable of improve the modeling of interactions and the social reasoning mechanism for social agents, as it can capture the moral aspects of such interactions. It is also shown how the system of exchange values can be integrated with existing interaction models in multi-agent systems literature. For that purpose two practical models of dynamic organization were chosen - the Contract Net and the Dependence-based coalitions models. To demonstrate the application of the proposed system to the modeling and simulation of real world situations, an experimental scenario is described allowing one to observe, in addition to the dynamics of the exchange values, the capacity of the proposed system to model more subjective aspects of interactions and, at the same time, to provide regulatory elements that are instrument for the continuity of the interactions and social exchanges.

Keywords: exchange values, multi-agent systems, social simulation, social interaction, social exchange.

1 Introdução

“Visto que a inteligência é principalmente um fenômeno social e proveniente da necessidade da vida social, é preciso construir sistemas socialmente inteligentes para entendê-la, e temos que construir entidades sociais para ter sistemas inteligentes”. Cristiano Castelfranchi ¹

A frase de Castelfranchi resume, de certa forma, um dos objetivos deste trabalho, que é contribuir para o processo de modelagem de agentes sociais. De todos os requisitos esperados de um agente social (e não é o objetivo listá-los aqui, mesmo porque não há consenso em relação a quais são eles), a capacidade de interagir com outros agentes é, certamente, o principal deles. E, por capacidade de *interação social*, entende-se a capacidade de raciocinar sobre as interações e as expectativas de interações futuras, de modo que tal raciocínio influencie o comportamento e o processo de decisão do agente. Para isso, é necessário um sistema que dê suporte a esse tipo de interação em sociedade.

Considerando que, em um sistema multiagente, cada agente é visto como uma entidade autônoma, com objetivos e capacidades próprios, situada em um ambiente dinâmico e pouco previsível sobre qual deve agir, o fato de ser autônomo significa que cada agente possui um certo grau de determinação própria, ou seja, pode decidir sobre quais cursos de ação tomar dependendo da situação atual e dos objetivos aos quais está engajado. Essa autonomia não impede, no entanto, que limitações do ambiente, como tempo e recursos, levem os agentes a precisar do auxílio de outros, também autônomos, para alcançar seus objetivos, seja através da formação de coalizões, da delegação de tarefas, da cooperação, da colaboração ou de outras formas de interação social.

Para a modelagem do raciocínio sobre as interações sociais, uma das tarefas mais relevantes e difíceis parece ser a definição das principais características do comportamento e da interação em sociedade. Na literatura de sistemas multiagente, o estudo tanto do processo de decisão sobre cursos individuais de ação quanto do raciocínio sobre parceiros de interação se divide em dois grupos, o baseado nas *teorias da racionalidade* e inspirado nas *teorias das Ciências Sociais*.

Dentro das teorias da racionalidade, como a Teoria dos Jogos e a Teoria da Decisão, a decisão dos agentes quanto às interações se baseia em medidas de utilidade relacionadas ao resultado da interação, ou seja, a interação mais adequada é a mais eficiente e vantajosa para o agente (e.g., o Dilema do Prisioneiro). Tal modelo de raciocínio reflete um comportamento social egoísta (não somente auto-interessado – *self-interested*) por parte do agente. Em contraste, os estudos inspirados nas Ciências Sociais argumentam que o processo de decisão quanto às interações é influenciado sobretudo pelas *relações sociais* existentes entre os indivíduos, as quais podem ser explicitadas na forma de avaliações e valores atribuídos aos outros agentes e às interações [MIC 89], de interconexões entre papéis sociais [CAV 98] e de organizações sociais [DIG 2002].

Esta última visão das interações ganhou mais espaço entre os pesquisadores da área de Inteligência Artificial Distribuída com o início das pesquisas voltadas à

¹Do original em inglês: “Since intelligence is mainly a social phenomenon and is due to the necessity of social life, there is the need to construct socially intelligent systems to understand it, and we have to build social entities to have intelligent systems.”[CAS 98]

simulação social, visto que o estudo e a exploração do fenômeno social requerem um conceito mais elaborado das relações sociais, semelhante ao encontrado em sociedades humanas, e as teorias utilitaristas parecem falhar nesse aspecto (ver [CAS 98a] para uma discussão sobre os limites das teorias da racionalidade na modelagem de agentes e SMA). Autores como Gilbert [GIL 99] e Conte [CON 98] argumentam que o crescente interesse pelo campo de pesquisa em simulação social através de sistemas computacionais é resultado do desenvolvimento de modelos de sistemas multiagente que ofereceram a promessa de simular indivíduos autônomos e as interações entre eles, encorajando a construção e a exploração de sociedades artificiais.

Uma visão interessante sobre a construção de modelos de sistemas multiagente voltados à simulação social é encontrada em [CON 97], no qual a autora afirma que um sistema social deve apresentar dois requisitos básicos: (i) uma visão autônoma do agente, que voluntariamente constrói seu destino, mas ao mesmo tempo, (ii) uma teoria de sistemas sociais como *sistemas de ação*, não simplesmente como sistemas constituídos de ações individuais. Ainda, segundo essa autora, os sistemas sociais devem ser responsáveis pela regulação e restrição dos agentes.

O sistema social visto dessa maneira está, de certa forma, associado à noção de coletividade como uma estrutura relacional, encontrada na teoria sociológica de Jean Piaget. Para ele, o todo coletivo não é idêntico à soma dos indivíduos que contém, mas à soma das relações entre esses [PIA 73]. Mais precisamente, Piaget considera que as relações sociais entre os indivíduos estão estruturadas em torno de *trocas sociais*, que podem ser entendidas de duas maneiras. Por um lado, essas trocas acontecem com o propósito de contribuir para os objetivos individuais e/ou sociais do indivíduo. Por outro, elas envolvem investimentos, ganhos e perdas de tempo, dinheiro, energia, emoções, expectativas e muitos outros elementos *motivacionais e energéticos*.

A abordagem de Piaget considera as trocas sociais segundo o último ponto de vista e trata especificamente das *trocas de serviços*. Dessa forma, o autor argumenta que as avaliações do resultado dessas trocas devem ser feitas não em função da sua contribuição para os objetivos finais do indivíduo ou da sociedade, mas da variação dos elementos motivacionais e energéticos envolvidos. Por isso, ele associa a essas variações um conjunto especial de valores chamados *valores de troca*, os quais são formalmente definidos como valores *qualitativos* que podem ser associados às ações, objetos, pensamentos ou emoções envolvidos nas trocas. Por esse motivo, são capazes de influenciar os comportamentos dos indivíduos quanto às interações.

A teoria de Piaget atribui uma função importante aos valores de troca: além de serem um meio para o processo de decisão individual, eles constituem uma ferramenta de *regulação* para garantir a *continuidade das interações* sociais, na medida em que implicam compromissos morais e legais adquiridos pelos agentes durante suas interações. Acredita-se que este último papel dos valores de troca traz significados e motivações novos e complementares para o estudo da dinâmica das interações entre agentes em sociedades artificiais.

No presente trabalho, as definições da teoria de Piaget foram adaptadas, tendo em vista a implementação computacional, e desenvolveu-se um *sistema de valores de troca* para dar suporte às interações sociais em sociedades artificiais. Nesse sistema, os valores citados são vistos tanto como *elementos motivadores* das interações quanto como *elementos reguladores* responsáveis pelo equilíbrio e continuidade das trocas

sociais. De acordo com nosso conhecimento, essa é a primeira tentativa de explorar tais idéias de Piaget no contexto de interações sociais em sociedades artificiais. Pode-se dizer que, apesar de os trabalhos inspirados nas teorias sociais se preocuparem com a modelagem de questões mais complexas observadas nas relações humanas, através do estudo da relação entre cognição e estruturas sociais [CON 95] [SUN 2001], não apresentam um sistema regulatório prático para as interações entre os agentes.

O sistema de valores de troca desenvolvido está baseado em [COS 2002]. Consiste de uma *álgebra de valores de troca*, que indica como esses valores devem ser representados e manipulados, de um *mecanismo de raciocínio social* baseado em valores de troca e de *estruturas* capazes de armazenar e manipular esses valores.

Acredita-se que o sistema proposto é capaz de melhorar a modelagem das interações e do mecanismo de raciocínio social de agentes sociais, na medida em que captura aspectos morais de tais interações. Considera-se que alguns aspectos do comportamento social também podem ser capturados através do sistema de valores de troca, como, por exemplo, o fato de as interações sociais serem influenciadas pelos valores que os indivíduos atribuem uns aos outros e às próprias interações. Espera-se, ainda, que o sistema de valores a ser apresentado possa contribuir para o projeto de sistemas regulatórios sociais práticos que podem ajudar a manter a continuidade das trocas sociais de forma racional e espontânea (i.e., sem imposição de elementos externos ao sistema).

Como motivação extra para o desenvolvimento desse sistema, compartilha-se a opinião de Miceli e Castelfranchi, em [MIC 2000], de que a representação explícita dos valores é um aspecto bastante relevante no estudo do planejamento, decisão e outras formas de interação social entre agentes. Logo, torna-se um componente importante no desenvolvimento de sistemas multiagente em geral.

Além disso, é proposta a integração do sistema de valores com modelos de interação existentes na literatura de sistemas multiagente. Para isso, foram escolhidos dois modelos práticos de organização dinâmica - o *Redes de Contrato* [SMI 88] [WEI 99] e o *Coalizões Baseadas em Dependências* [SIC 94] [DAV 2001]. Tais modelos foram estudados no contexto deste trabalho por terem seu foco na *troca* de ações: agentes prestam serviços e recebem serviços de outros agentes da sociedade a fim de alcançar objetivos individuais ou coletivos. A escolha feita também deve-se ao fato de que, enquanto o modelo de Redes de Contrato tem a vantagem de ser amplamente conhecido e utilizado na implementação de negociação e cooperação em sistemas multiagente, o modelo baseado em dependências possui a vantagem de já incorporar um conceito social mais elaborado - a sociedade é estruturada com base nas relações de dependência entre os agentes que dela fazem parte. Logo, a integração desses modelos com o sistema de valores proposto visa complementar suas funcionalidades com a adição de um raciocínio sobre valores de troca.

A apresentação do texto está organizada da seguinte forma: primeiramente, é feito um estudo sobre trabalhos relacionados que tratam do conceito de valor aplicado à modelagem e implementação de agentes e sistemas multiagente e exploram a influência social desse conceito. No capítulo 3, é apresentada a Teoria das Trocas de Valores de Jean Piaget, que estuda e formaliza a dinâmica dos valores, de modo a constituírem um sistema de trocas. Os modelos de interação estudados - Redes de Contrato e Coalizões baseadas em Dependências - são apresentados no capítulo 4, com o objetivo principal de analisar e comparar suas características e funcionalidades individuais principais.

O sistema de valores de troca proposto, fundamentado na teoria de Piaget, é mostrado no capítulo 5, no qual são descritos a álgebra dos valores de troca, o mecanismo de raciocínio social baseado em valores e as estruturas para armazenamento e manipulação desses valores.

Após a definição do sistema de valores, o capítulo 6 mostra como esse sistema pode ser integrado com os modelos de interação estudados e quais as suas contribuições para as funcionalidades destes modelos resultantes da integração.

Por último, no capítulo 7, é proposto um cenário com o objetivo de demonstrar como o sistema de valores de troca pode ser aplicado na modelagem e simulação de situações reais. Com esse cenário, pretende-se observar a capacidade do sistema de modelar características mais subjetivas das interações, observadas nas relações humanas, e, ao mesmo tempo, de prover elementos reguladores, instrumentos para a continuidade das interações e trocas sociais.

O cenário escolhido foi o processo de *lobby através de contribuições para campanhas políticas*, que será modelado, de forma simplificada, com o sistema de valores de troca proposto. A escolha se deve ao fato de ser um exemplo claro do processo que envolve a troca de valores entre indivíduos de uma sociedade. A troca de valores ocorre em vista de serviços (ou ações) prestados entre os indivíduos e, no processo de lobby, esses serviços trocados podem ser tanto materiais (e.g., contribuições monetárias, presentes, votos) quanto subjetivos (e.g., promessas, lealdade, gestos de gratidão, etc). A conclusão é apresentada no capítulo 8.

Uma apresentação inicial deste trabalho foi publicada em [ROD 2003].

2 Trabalhos Relacionados

No contexto das trocas sociais, os valores que resultam da avaliação dessas trocas podem ser de dois tipos: *valores finais* (ou valores objetivos) e *valores de desempenho*. Os valores finais são atribuídos às trocas de acordo com sua contribuição para os objetivos (fins) dos agentes e/ou da sociedade, enquanto os valores de desempenho são atribuídos às trocas de acordo com as variações nos elementos motivacionais e energéticos das mesmas.

O sistema de valores apresentado neste trabalho utiliza especificamente valores de desempenho, chamados por Piaget de *valores de troca*, na medida em que as trocas sociais de que trata envolvem investimentos, ganhos e perdas de elementos motivacionais e energéticos dos agentes. Tais valores são levados em conta no raciocínio social do agente, e por isso influenciam o comportamento dos agentes em relação às interações.

Grande parte da pesquisa em sistemas multiagente, pelo contrário, faz uso extensivo dos valores finais. O principal exemplo é a linha de pesquisa influenciada pela Teoria dos Jogos [ROS 94] e pela Teoria da Decisão [BOU 99], em que o raciocínio dos agentes utiliza valores finais modelados quantitativamente e em função de medidas de utilidade.

Outra linha de pesquisa em sistemas multiagente que trata de valores finais é inspirada pelas teorias das Ciências Sociais. As idéias dessa linha de pesquisa se opõem à visão utilitarista, que conduz o agente a decisões puramente racionais e ignora as influências de elementos pessoais e sociais observadas no comportamento humano. Ao contrário, os pesquisadores dessa linha direcionam suas idéias na tentativa de modelar as relações entre a cognição e as estruturas sociais, de modo que tais relações influenciem o raciocínio social dos agentes em sociedades artificiais. Dentro desse conjunto, podemos citar os trabalhos de [CON 95], [CAS 98] e [MIC 2000].

Em [MIC 2000], que aborda explicitamente a questão dos valores, os autores fazem uma análise do papel cognitivo das avaliações e dos valores dentro de um sistema multiagente. Essa abordagem assume que os valores são um tipo especial de avaliação que relaciona crenças e objetivos na base de conhecimentos do agente. Segundo os autores, a representação explícita da avaliação e dos valores é fundamental no estudo do planejamento e da tomada de decisão individuais, bem como de qualquer forma de interação social, pois esses elementos são a condição necessária para a decisão do indivíduo de interagir ou não com outros membros da sociedade.

Nessa mesma linha, outro trabalho encontrado na literatura de sistemas multiagente que trata da noção de valores é [ANT 2001], no qual o autor propõe a utilização de múltiplos valores para melhorar o processo de decisão do agente sobre objetivos e cursos de ação. Para isso, é apresentada uma arquitetura especial que trata explicitamente dos valores, chamada *arquitetura BVG (Beliefs, Values and Goals)*.

No trabalho de Alonso [ALO 98], encontramos uma abordagem mista, na qual o autor propõe um mecanismo de negociação entre agentes, em que o raciocínio social dos agentes leva em conta tanto medidas sobre a dependência social (que representam as influências sociais), quanto valores quantitativos de utilidade das

ações para escolha dos parceiros de interação. Nessa abordagem, também, vê-se claramente a utilização dos *valores fins*, uma vez que eles estão relacionados às contribuições para a realização de um objetivo (fim).

Vale observar que, apesar de as abordagens inspiradas nas teorias sociais serem mais realistas na modelagem do comportamento humano, na medida que procuram modelar as influências de aspectos pessoais e sociais no processo de decisão do agente, elas não apresentam um sistema regulatório prático direcionado à continuidade das trocas sociais.

Acredita-se que o sistema de valores de troca proposto neste trabalho contribui para o desenvolvimento de tal sistema, usando como base a noção Piagetiana de valores de troca. Nesse sentido, é importante notar que a natureza qualitativa dos valores de troca, bem como sua implicação moral, se aproximam da idéia de raciocínio social proposta nos trabalhos inspirados nas teorias sociais e se opõem à noção quantitativa de valor usada pelas abordagens utilitaristas.

Outra observação importante é que, embora os trabalhos citados anteriormente tratem da noção de valores, nenhuma dessas noções pode ser incluída no escopo dos valores de troca, ou tem as implicações morais conseqüentes desses valores, os quais são a característica principal da abordagem de Piaget utilizada para dar suporte ao sistema de valores proposto.

Por fim, em [DIG 2002a], é apresentado um trabalho sobre normas e valores que pode ser visto como complementar ao sistema de valores de troca, no sentido de que suas idéias se direcionam principalmente aos aspectos *legais* das interações e seus objetivos, enquanto as idéias apresentadas no presente trabalho são voltadas para os aspectos *morais* das interações e os investimentos e compromissos sociais que elas implicam.

Entre os trabalhos citados acima que tratam da noção de valores, serão analisados mais detalhadamente neste capítulo as idéias de [MIC 89] e [MIC 2000] sobre o papel cognitivo das avaliações e valores e de [ANT 2001] sobre a arquitetura BVG. Por último, será apresentado um quadro comparativo entre a noção Piagetiana de valor e a noção de valor empregada nas outras teorias e trabalhos estudados.

2.1 Papel cognitivo das avaliações e dos valores

O trabalho de [MIC 89] faz uma análise bastante interessante sobre os valores. Os autores procuram destacar a visão sobre o papel cognitivo e social das avaliações e dos valores, examinando suas características e relacionamentos com as atitudes mentais básicas: crenças e objetivos. Essas idéias são complementadas com a identificação e discussão de algumas características gerais dos valores e sua função social e cognitiva para os agentes.

Nessa abordagem, consideram ambos, avaliações e valores, como objetos mentais híbridos que medeiam a relação entre crenças e objetivos. Para Miceli e Castelfranchi, a representação explícita da avaliação e dos valores é fundamental no estudo do planejamento e tomada de decisão individuais, bem como de qualquer forma de interação social, pois esses elementos são a condição necessária para a decisão do indivíduo de interagir ou não com outros membros da sociedade.

Argumentam, ainda, que o tratamento formal e explícito desses conceitos é fundamental para melhorar as arquiteturas atuais de agentes cognitivos. No modelo

BDI, por exemplo, a utilização formal das avaliações e valores traria vantagens como:

1. *permitir explicitar a relação entre crenças e objetivos.* Os autores assumem que a maioria das crenças que dão suporte aos objetivos são, de certa forma, um tipo de avaliação. Logo, as avaliações implicam a atribuição de um “valor” para objetos, estados e eventos relativos ao interesse do agente, tendo em vista seus objetivos. Por exemplo, se considerarmos que um certo evento E é “bom” (é útil, contribui) para que um objetivo G do agente A seja alcançado, então E deve ser procurado ou mantido por A ; se, pelo contrário, E for considerado “ruim” (perigoso) para G , deve ser evitado pelo agente A . Assim, podemos identificar “ E é bom para G ” como uma crença (avaliativa) que dará origem a um subobjetivo G_1 “procurar E enquanto G não for alcançado”.
2. *permitir lidar com o conceito de agente social.* Os autores afirmam que, sem as noções de avaliação e valores, é quase impossível construir os chamados “agentes socialmente situados”. A justificativa é o fato comumente observado no mundo real, de que as pessoas, de alguma forma, atribuem valores umas às outras, e as relações estabelecidas entre elas dependem desses valores atribuídos. Segundo Castelfranchi e Miceli, esses valores estariam anexados ao agente por meio de crenças explícitas sobre qualidades, capacidades e recursos que outros agentes possuem.

Seguindo a idéia de que os valores são um tipo especial de avaliação, Miceli e Castelfranchi definem a avaliação de um agente e para uma entidade x como uma crença sobre a utilidade de x em relação a um objetivo p . Os autores representam formalmente uma avaliação como:

(BEL e(BOM-PARA x p))

X é uma entidade qualquer (um objeto, agente, organismo, etc.), p representa um estado do mundo e o predicado BOM-PARA indica que o agente e acredita que a entidade x é um *meio* para alcançar o estado p .

Essa representação demonstra a principal funcionalidade da avaliação identificada pelos autores que é servir de *ponte* entre as crenças e os objetivos, uma vez que tornam explícitas as relações entre o conhecimento do agente e seus objetivos.

2.1.1 Valores

É comum encontrarmos o conceito de valor empregado em contextos e sentidos diferentes, sobrepondo muitas vezes conceitos como valência, objetivo, necessidade, padrão, crença, entre outros. Os autores observam que a visão comum entre esses conceitos é de que valores são “concepções do desejável”, sendo que o desejável nem sempre é o desejado de fato. Podemos notar que essa é a mesma noção presente nas crenças: nem todas elas se tornam desejos.

A definição de valores assumida nessa abordagem é de um tipo especial de avaliação que relaciona crenças e objetivos. No entanto, diferente da avaliação genérica formalizada na seção anterior, os valores são avaliações especiais que especificam os meios sem mencionar os fins. Em outras palavras, o valor é uma

avaliação em que o segundo argumento não é especificado, à qual os autores se referem através da expressão “avaliação quebrada”. A representação formal dos valores é, então, definida como:

(BEL e(GOOD-FOR x -))

No entanto, quando definidos dessa forma, os valores podem ser confundidos com objetivos finais ou normas, como resultado de uma interpretação superficial do conceito. A relação sutil entre esses elementos é analisada pelos autores da seguinte forma:

- Relação entre Valores e Objetivos finais. A definição de valores, de certa forma, se parece com um objetivo final, ou seja, um tipo de objetivo da mais alta ordem, que não é instrumental para qualquer outro. Apesar da semelhança, as diferenças são bastante claras. Os objetivos são estados mentais reguladores, enquanto os valores são um tipo especial de crença. Na mente do agente, os valores são julgamentos sobre a bondade de alguma coisa.
- Relação entre Valores e Normas. A norma, no sentido prescritivo, é definida pelos autores como um tipo especial de objetivo, compartilhado socialmente em vista de um bem comum. Enquanto as normas, assim como os objetivos, são estados mentais reguladores do comportamento, os valores são um tipo de crença (avaliativa) qualitativa. Desse ponto de vista, por exemplo, “ser honesto” seria uma norma, enquanto “honestidade é bom” seria um valor.

Levando em conta os tipos de valores relacionados às trocas sociais definidos por Piaget - valores finais e valores de desempenho -, a confusão entre os conceitos de valor, objetivo e norma pode ser explicada ao observarmos que a abordagem de Miceli e Castelfranchi trata de valores finais, ou seja, resultantes das avaliações das trocas segundo sua contribuição para os objetivos (fins) do agente.

2.1.2 Características Gerais dos Valores

Segundo os autores, os valores apresentam quatro características fundamentais: são indefinidos, normativos, terminais e não podem ser falsificados.

Os valores não podem ser falsificados porque não provêm informação sobre sua própria instrumentalidade e são terminais pois sempre geram normas e objetivos finais.

A indefinição indica que seus limites não são conhecidos (e.g., até onde é bom ou ruim, em que situação entrarão em conflito uns com os outros, etc). É devido a essa indefinição que muitas pessoas cultivam valores conflitantes sem perceber a existência do conflito e sem poder resolvê-lo.

Por fim, os valores são considerados normativos, pois geram objetivos finais que adquirem um caráter normativo especial. Se comparados às normas de fato, os valores apresentam algumas vantagens em consequência de seu maior poder persuasivo: são aceitos com mais facilidade, pois não apresentam o caráter impositivo das normas e justificam as prescrições que implicitamente transmitem; ao serem transmitidos, junto com o julgamento positivo ou negativo, são transmitidas também as prescrições que implicam.

2.1.3 A Função dos Valores para o Agente Social

A visão dos valores como um tipo especial de avaliação que especifica os meios sem mencionar os fins pode prover, segundo os autores, funções importantes tanto sociais quanto cognitivas.

A *função social* dos valores está na sua capacidade de assegurar a estabilidade e a coesão da sociedade, uma vez que eles transmitem normas de forma mais persuasiva e apresentam caráter inquestionável. Quando um indivíduo adquire um valor (fato que ocorre no período de socialização, de acordo com os autores), dificilmente deixa de lado esse valor e as normas que ele transmite.

Já a *função cognitiva* dos valores é derivada da sua interpretação como avaliação global - síntese de todas as avaliações individuais de uma entidade em relação a vários objetivos. Por exemplo, as avaliações de um agente e para a entidade x em relação a cada um dos seus objetivos p , s e r pode ser resumida em uma avaliação global com a transformação:

$$\begin{array}{l} (\text{BEL } e(\text{BOM-PARA } x \text{ } p)) \\ (\text{BEL } e(\text{BOM-PARA } x \text{ } s)) \\ (\text{BEL } e(\text{BOM-PARA } x \text{ } r)) \end{array} \Rightarrow (\text{BEL } e(\text{BOM-PARA } x \text{ } -))$$

Observa-se, dessa forma, que um valor pode ser adquirido de duas maneiras: no período de socialização, como valor propriamente dito, ou derivado das avaliações de uma mesma entidade em relação a vários objetivos diferentes, na forma de avaliações globais. As vantagens dos valores como produto da avaliação global para a função cognitiva do agente, segundo análise dos autores, são:

- economia - não requerem tanta recuperação de informação por parte da memória do agente;
- potencial infinito (*open-ended*) - quanto mais funcionalidades forem atribuídas a uma mesma entidade, menos limitado será seu potencial;
- fácil aquisição - são mais fáceis de adquirir pelo processo de aprendizado e socialização, devido a sua avaliação simples e sintética, em comparação com as avaliações específicas da entidade.

Em suma, pode-se dizer que a função cognitiva dos valores resulta da sua identificação com a noção de avaliação global e sintética, e a sua função social vem do seu relacionamento com objetivos finais e normas. Torna-se evidente, com isso, que uma atitude crítica em direção a valores seria desejável tanto no nível social quanto individual.

2.2 Agentes com decisão baseada em múltiplos valores e a arquitetura BVG

No trabalho desenvolvido por Antunes em [ANT 2001], os valores são utilizados para guiar a tomada de decisão dos agentes, na medida em que classificam seus objetivos e planos. Para o autor, os valores orientam o comportamento

dos agentes, permitindo-lhes optar entre diferentes rumos possíveis, uma vez que fornecem um quadro de referência para a avaliação dessas opções.

Dessa forma, os valores caracterizam os interesses do agente, definindo o seu caráter e fundamentando não só as escolhas dos objetivos e planos, como também a dinâmica dos estados mentais.

Para Antunes, a decisão dos agentes não deve ser baseada em apenas um valor, mas em múltiplos valores. Logo, torna-se necessário incorporar esse conceito como mais um ingrediente da arquitetura mental dos agentes. Assim, durante o processo de escolha, os agentes utilizariam esses múltiplos valores para avaliar as situações de decisão, sendo impossível substituir todos os valores por um único.

Para suportar a escolha baseada em múltiplos valores, é definida uma arquitetura para os agentes chamada *arquitetura BVG*, cujos elementos básicos são crenças, valores e objetivos – *beliefs, values and goals*. As crenças representam o que o agente sabe; os objetivos, o que o agente quer e os valores, o que o agente gosta.

A arquitetura BVG tem como base o modelo BDI, no qual a estrutura de crenças e objetivos é complementada pelo conceito de valores que serão usados pelo mecanismo de escolha do agente. Nessa arquitetura, o valor é visto como uma *dimensão* contra a qual uma situação pode ser avaliada e constitui a parte motivacional da mente do agente. Para cada dimensão, é definida uma função de avaliação independente. Na hora da escolha, essas funções são reunidas em uma única função de decisão.

Na abordagem de Antunes, o agente opera em ciclos, nos quais são atualizadas as crenças e avaliações através de uma função que toma como base o conjunto atual e o estado do mundo. O ciclo de operação é assíncrono e segue os eventos:

- atualização de crenças e avaliações;
- deliberação – cálculo da decisão e seleção da ação;
- execução da ação;
- atualização do mundo.

No mecanismo de deliberação do agente, os valores são usados para relacionar objetivos e crenças. Cada objetivo é caracterizado por um conjunto de valores que funcionam como padrões. Os planos são vistos como crenças e também têm um conjunto de valores associado. Dado o objetivo atual do agente, o processo de decisão resultará na escolha de um plano para ser executado, cujos valores estejam de acordo com os do objetivo em questão.

A medida que indica qual plano é o mais adequado para alcançar o objetivo atual do agente é dada pela função de escolha. Essa função junta todas as funções independentes dos valores que caracterizam o objetivo e é aplicada sobre o conjunto de planos do agente, associando a eles um número real. Esse número é usado para ordenar o conjunto de planos, sendo que o maior valor indica o plano mais adequado.

Na arquitetura BVG, os valores são usados apenas para a tomada de decisão do agente sobre um curso de ação, e as interações são vistas apenas como meio para a aquisição de novas informações. As trocas sociais e os critérios para a escolha dos parceiros de troca não são abordados no trabalho de Antunes.

2.3 Piaget e as outras noções de valores

Embora os trabalhos estudados também tratem do conceito de valor, a função e o significado do conceito diferem da noção de valor definida por Piaget em sua teoria das trocas de valores que fundamenta o sistema de valores de troca proposto. Para tornar claras essas diferenças, é apresentado um quadro comparativo (tabela 2.1) entre a noção Piagetiana de valor e a noção de valor empregada nas outras teorias e trabalhos estudados.

TABELA 2.1 – Piaget e as outras noções de valores.

Outras noções de valores	Os valores na teoria de Piaget
São vistos como valores finais.	São vistos como valores de desempenho.
São instrumento para o processo de tomada de decisão sobre objetivos e cursos individuais de ação.	São instrumento para a continuidade das interações, na medida em que as dívidas e créditos adquiridos pelos agentes são vistos como compromissos sociais e morais.
São quantitativos.	São qualitativos.
São usados como critérios de classificação ou normalmente confundidos com objetivos finais, normas e crenças.	São motivadores e reguladores da interação.

3 A Teoria Sociológica de Piaget

A teoria sociológica de Piaget se baseia na sua visão sobre a coletividade expressa na passagem [PIA 73]: “*O todo coletivo não é idêntico à soma dos indivíduos que o compõem, pois este todo exerce sobre as consciências uma coação que as modifica. Neste caso, o todo não é equivalente à soma dos indivíduos mas à soma das relações entre indivíduos. A partir de dois indivíduos, uma interação que acarreta modificações duráveis pode ser considerada como fato social, e a sociedade seria a expressão do conjunto destas interações entre 'n' indivíduos.*”

Nesse conceito de sociedade, existem três realidades sociais fundamentais: *regras, valores e sinais*. As regras constituem o sistema de obrigações, os valores consistem no sistema de trocas e os sinais formam o sistema de símbolos convencionais que expressam as regras e os valores.

A teoria de Piaget que estuda e formaliza a dinâmica dos valores de modo a constituírem um sistema de trocas – *a teoria das trocas de valores* – é o foco deste capítulo.

Mais precisamente, Piaget segue uma abordagem teórica para o estudo de estruturas sociais que é baseada na idéia de que as relações sociais são estruturadas em torno de *trocas sociais*. Essas trocas podem ser entendidas de dois pontos de vista diferentes. De um lado, as trocas seguem algum *propósito* relacionado aos objetivos dos indivíduos e/ou da própria sociedade. De outro, as trocas envolvem investimentos, ganhos e perdas de tempo, dinheiro, energia, emoções, expectativas e muitos outros elementos *motivacionais e energéticos*.

Para cada um desses pontos de vista, Piaget atribui um tipo de valor, resultante da avaliação das trocas: valores finais ou valores de desempenho. Os *valores finais* (ou valores objetivos) são associados às trocas para representar a contribuição das mesmas para a realização dos objetivos dos indivíduos e/ou da sociedade. Os *valores de desempenho* são atribuídos às trocas para representar a variação nos elementos motivacionais e energéticos das mesmas. Piaget chama de *valores de troca*, no sentido estrito, os valores de desempenho.

O conceito de valor de troca, pode ser definido de duas maneiras. Primeiro, um valor é visto como “*tudo que pode dar vez a uma troca*”. Quando definidos dessa forma, os valores envolvidos em uma troca não são apenas objetos materiais, mas, também, ações, idéias, emoções, hábitos sociais, etc.

Segundo, um valor é o resultado de uma *avaliação mental qualitativa* dos elementos envolvidos nas interações (e.g., ações, emoções, objetivos materiais, etc), sendo que cada valor resultante é mentalmente associado a um desses elementos e pode, dessa forma, influenciar os comportamentos dos indivíduos com relação às interações.

Nota-se, no entanto, que os valores no segundo sentido (i.e., usados como objetos motivacionais) são também valores no primeiro sentido, ou seja, elementos que podem dar vez às trocas.

As trocas às quais Piaget se refere e que são analisadas em sua teoria são especialmente as *trocas de serviços* entre indivíduos, i.e., ações que um indivíduo executa em benefício de outro. Assim, todos os serviços que um indivíduo presta ou dos quais se beneficia constituem *valores de troca* ou resultam deles. Estes valores podem ser vistos como *valores morais*, relativos a *dívidas morais* (obrigação de

realizar novos serviços em troca de serviços recebidos anteriormente) e *créditos morais* (direito de exigir a realização de um novo serviço em troca de serviços previamente executados).

Outra característica importante do sistema de valores é que os valores de troca são *sincrônicos*¹ e têm natureza *qualitativa*. Dessa forma, não considera a origem dos valores nem o mecanismo de transição entre as etapas de desenvolvimento do sistema em análise, mas como os valores se comportam em uma determinada etapa da evolução desse sistema.

Pensando em termos computacionais, um sistema de valores pode analisar a dinâmica dos valores tanto nas trocas entre os componentes do sistema quanto nas trocas entre o sistema e o ambiente e no próprio funcionamento do sistema. No entanto, visto que a teoria das trocas de valores assume que, em qualquer tipo de troca, devem ser explicitados os objetos trocados (i.e., para que possam ser analisados e valorizados pelos indivíduos envolvidos), modelos e teorias computacionais que não evidenciam esses objetos não servem para embasar a teoria de valores.

3.1 A Teoria das Trocas de Valores

Tendo em vista a natureza qualitativa dos valores de troca, o modelo abstrato resultante da teoria de Piaget tem o papel de preparar novos instrumentos de análise e de comparação desses valores.

Tal modelo não utiliza esquemas matemáticos, pois trata de valores que não caracterizam as trocas econômicas, mas uma axiomática de ordem logística (i.e. das classes e das relações, não dos números) para exprimir o mecanismo de troca de valores qualitativos.

Dessa forma, nesta seção serão apresentados o *mecanismo de troca de valores qualitativos* e a *álgebra de valores de troca*, formalizada para dar suporte a esse mecanismo, que constituem o *sistema de valores* para trocas sociais definido por Piaget.

Esse sistema pressupõe a existência de duas condições essenciais:

Condição 1 É necessário que exista entre os indivíduos α e α' uma *escala comum de valores*, de forma a tornar compatíveis as avaliações de α e as avaliações de α' . Para esse fim, a escala comum deve conter dois aspectos complementares:

- uma linguagem comum de comunicação (sistema de sinais ou símbolos) que exprima os valores qualitativos nas trocas;
- um sistema de noções definidas que permita aos indivíduos traduzir as noções de um no sistema do outro.

Condição 2 Deve haver reconhecimento das proposições assumidas como válidas (não contradição) e *conservação dos valores da troca*. Essa conservação é obtida por meio de um sistema de regras, que podem ser de dois tipos: *regras de ordem moral* e *regras de ordem jurídica*.

¹Análise que se dá em um momento dado da história, sem considerar o mecanismo de transição entre etapas, em oposição ao caráter *diacrônico* que se refere à análise da sociedade em evolução.

Se essas duas condições forem verdadeiras, o sistema de valores pode ser visto como um mecanismo de *regulação* (coordenação) das interações entre indivíduos de uma sociedade, garantindo a continuidade das mesmas.

Numa troca qualquer entre dois indivíduos α e α' , Piaget distingue quatro momentos básicos: (i) o indivíduo α exerce uma ação sobre α' (r_α); (ii) o indivíduo α' demonstra uma satisfação $s_{\alpha'}$ (positiva ou negativa); (iii) essa satisfação obriga α' para com α e constitui uma dívida $t_{\alpha'}$; (iv) essa dívida ou obrigação constitui um crédito para α chamado v_α .

Assim, em toda troca de serviços entre dois indivíduos, podemos identificar quatro tipos de *valores de troca* resultantes das avaliações das ações prestadas ou recebidas pelos indivíduos: *valor de renúncia* (r), *valor de satisfação* (s), *valor de reconhecimento* (t) e *valor de crédito* (v).

As ações prestadas ou recebidas pelos indivíduos durante o processo de troca podem ser de dois tipos: ações reais ou efetivas e ações virtuais. Na descrição dos passos básicos da troca, as ações reais estão presentes nos momentos (i) e (ii), enquanto as ações virtuais aparecem nos momentos (iii) e (iv). Diferente das ações reais, as ações virtuais se dirigem à representação das coisas e não mais somente aos objetos materiais.

Da mesma forma, os valores derivados das ações reais (r_α e $s_{\alpha'}$) são chamados *valores reais* e os derivados de ações virtuais ($t_{\alpha'}$ e v_α) são chamados *valores virtuais*.

Quando os objetos da troca não são ações concretas, mas idéias ou pensamentos, temos um tipo especial de troca chamada *troca intelectual* (ver seção 3.3).

3.1.1 As Escalas de Valores

Piaget considera que, em toda sociedade, existem diversas *escala de valores*. Esses valores podem vir de diversas fontes: interesses e gostos individuais, valores coletivos impostos pela vida social ou pelas regras morais e jurídicas, entre outras.

Segundo o autor, para cada indivíduo pode-se constatar que, levando em conta seus objetivos, os meios de alcançá-los e todos os objetos e pessoas que o interessam, todos os “serviços” efetivamente ou virtualmente prestados por ele podem ser avaliados e comparados segundo determinadas *relações de valores*. Essas relações constituem uma *escala*, ordenada conforme a intensidade, que permite a comparação entre dois valores (figura 3.1).

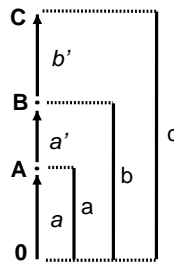


FIGURA 3.1 – Escala de Valores

Do ponto de vista formal, pode-se representar uma escala de valores por um sistema de relações assimétricas. Desse sistema podemos derivar duas operações:

- adição de valores: $\uparrow a + \uparrow a' = \uparrow b$;

- subtração de valores: $\uparrow b - \uparrow a' = \uparrow a$.

Essas operações são usadas para implementar a variação dos valores de troca e formalizadas pelo autor de modo a assegurar seu caráter qualitativo.

A existência de uma escala comum de valores entre os indivíduos envolvidos em uma troca é fundamental pois permite uma compreensão mútua das avaliações (valorizações) individuais. Essa restrição não impede, no entanto, que cada indivíduo possua várias escalas de valores e que utilize escalas diferentes na troca com indivíduos diferentes ou em situações distintas.

3.2 A Troca Interindividual de Valores

Em uma sociedade, toda ação ou reação de um indivíduo, avaliado segundo sua escala pessoal, repercute necessariamente sobre os outros indivíduos (sociedade, grupo, etc). Logo, ocorre uma troca na qual cada ação (real ou virtual) do primeiro provocará uma ação de volta (real ou virtual) por parte dos outros indivíduos [PIA 73]. A dinâmica da troca provoca uma variação nos valores dos indivíduos, que pode ser positiva (i.e., satisfação, lucro), negativa (i.e., prejuízo) ou nula (i.e., equilíbrio).

Trocas completas entre os indivíduos ocorrem em duas etapas, cujas formas básicas são: na etapa I, um indivíduo α presta serviço em benefício de outro indivíduo α' e é valorizado pela realização desse serviço; e, na etapa II, a valorização de α lhe confere o direito de requisitar outro serviço para α' como retribuição do serviço prestado anteriormente.

A seqüência de eventos para a primeira etapa da troca interindividual, representada na figura 3.2 (I), é como segue:

1. α realiza uma ação r_α em benefício de α' ;
2. α' expressa satisfação em $s_{\alpha'}$ pela ação de α ;
3. α' reconhece em $t_{\alpha'}$ o valor da ação prestada por α ;
4. α se sente valorizado em v_α pelo reconhecimento de α' .

Observando a seqüência de eventos da primeira etapa da troca, a valorização recíproca dos indivíduos envolvidos na troca pode ser resumida da seguinte forma: a ação prestada por α a α' requer uma renúncia de α (r_α) e resulta em um benefício para α' ($s_{\alpha'}$), enquanto a valorização resultante da ação executada por α é um *crédito* para ele (v_α) e uma *dívida* para α' ($t_{\alpha'}$).

Assim, os valores de troca identificados na primeira etapa da troca de serviços são:

\mathbf{r}_α = *renúncia atual*, associado à ação executada por α em benefício de α' ;

$\mathbf{s}_{\alpha'}$ = *satisfação atual*, associado à satisfação de α' com a ação r_α recebida de α ;

$\mathbf{t}_{\alpha'}$ = *renúncia virtual*, reconhecimento de α por α' em vista da satisfação $s_{\alpha'}$ com a ação prestada;

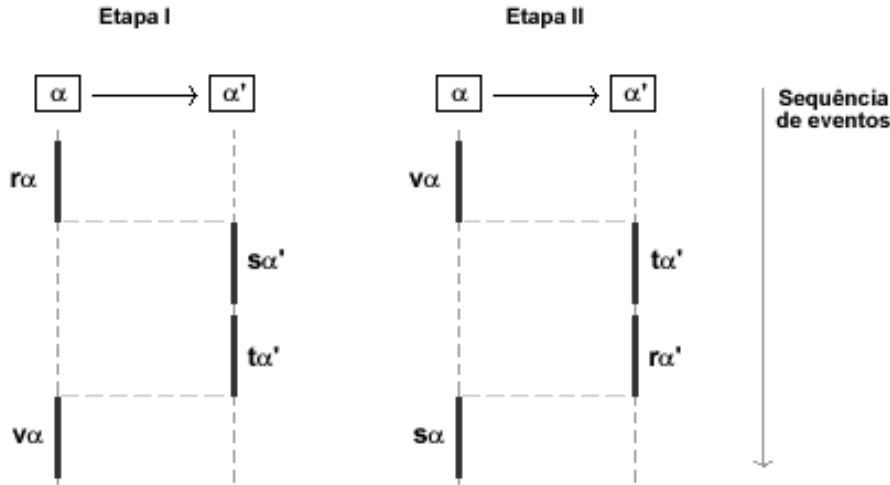


FIGURA 3.2 – Sequência de eventos da troca interindividual.

v_α = *satisfação virtual*, valorização de α por α' em vista do reconhecimento $t_{\alpha'}$.

Durante a sequência de eventos das duas etapas da troca, os valores de troca acumulados pelos indivíduos sofrem variações positivas ou negativas. Se a soma total das variações durante uma certa etapa for nula, o sistema de valores é considerado em *equilíbrio* com relação às trocas ocorridas nessa etapa.

Para expressar a dinâmica dos valores de troca, utilizaremos uma atualização da notação proposta por Piaget.

Representando a variação positiva dos valores de troca com uma seta para cima ' \uparrow ', seguida do valor e indivíduo correspondentes e a variação negativa com uma seta para baixo ' \downarrow ', a situação de equilíbrio para a primeira etapa da troca é expressa com a equação (I):

$$(\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_{\alpha'}) + (\downarrow t_{\alpha'}) + (\uparrow v_\alpha) = 0$$

Outra maneira de representar a situação de equilíbrio durante a primeira etapa da troca é através da implicação lógica:

$$\text{Implicação I} \quad (r_\alpha = s_{\alpha'}) \wedge (s_{\alpha'} = t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = v_\alpha) \Rightarrow (v_\alpha = r_\alpha) \quad (3.1)$$

Conclui-se, então que, se as variações dos valores de troca resultantes das avaliações da ação prestada ou recebida forem equivalentes, o indivíduo α é valorizado por α' proporcionalmente ao serviço que lhe foi prestado.

Podemos observar, no entanto, que nada obriga os indivíduos α e α' a seguirem a variação uniforme dos valores de troca (i.e., o equilíbrio das igualdades), exceto as restrições impostas pela normas morais e jurídicas.

Quando entram em jogo os interesses individuais, além da equivalência geral, Piaget observa que podem ocorrer *situações de desequilíbrio* em qualquer momento da troca e por várias razões. Algumas dessas situações podem ser, por exemplo:

1. Se $r_\alpha > s_{\alpha'}$, a renúncia de α é maior que a satisfação de α' , ou α' não reconhece o trabalho de α , tem-se a implicação:

$$(r_\alpha > s_{\alpha'}) \wedge (s_{\alpha'} = t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha > v_\alpha)$$

Isso quer dizer que α trabalha com prejuízo e tem insucesso em sua ação social. Nesse caso, α pode agir de duas maneiras: submeter-se às avaliações de α' , mudando suas atitudes ou retificando sua escala de valores, ou desvalorizar seu julgador (α'), já que este não está reconhecendo o seu trabalho.

2. Se $r_\alpha < s_{\alpha'}$, o trabalho de α é menor que sua valorização, tem-se a implicação:

$$(r_\alpha < s_{\alpha'}) \wedge (s_{\alpha'} = t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha < v_\alpha)$$

Essa situação quer dizer que α leva vantagem, pois seu trabalho é supervalorizado em relação ao seu esforço.

3. Se $r_\alpha > t_{\alpha'}$, a sua renúncia é maior que o reconhecimento de α' , tem-se a implicação:

$$(r_\alpha = s_{\alpha'}) \wedge (s_{\alpha'} > t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha > v_\alpha)$$

Nesse caso, o indivíduo α trabalha novamente com prejuízo, pois α' não assume compromisso com a mesma intensidade.

4. Se $s_{\alpha'} < t_{\alpha'}$, a satisfação de α' é menor que seu compromisso com α , tem-se a implicação:

$$(r_\alpha = s_{\alpha'}) \wedge (s_{\alpha'} < t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha < v_\alpha)$$

Aqui, ocorre a supervalorização de α por α' , pois o último assume compromisso maior que sua satisfação.

Todas essas implicações são vistas por Piaget como relações qualificadas diretamente percebidas pela consciência dos indivíduos, de forma que cada um possa perceber se seus atos foram avaliados de acordo com o que lhe custaram (mais alto, mais baixo ou com equivalência).

Durante a troca entre dois indivíduos, os valores reais (r e s) são percebidos de forma imediata e podem representar uma ação concreta ou um sentimento expresso de gratidão, admiração, decepção, etc. Os valores virtuais (t e v), ao contrário, não são expressos de forma explícita, mas permanecem armazenados na consciência dos indivíduos e, por isso, são percebidos a longo prazo, como forma de *reconhecimento de trocas de ações passadas* (i.e., representam um compromisso entre os indivíduos).

Assim, após a primeira etapa da troca, o indivíduo que prestou uma ação, no caso α , tem um *crédito virtual* (v_α) que lhe constitui um direito, enquanto o indivíduo que recebeu a ação, no caso α' , possui uma *dívida virtual* ($t_{\alpha'}$) que lhe constitui uma obrigação para com α . Logo, num dado momento, α pode decidir cobrar a dívida (fazer valer seus créditos) e pedir algum serviço a α' em troca do que lhe foi prestado. Essa situação representa a segunda etapa da troca, e segue a seqüência de eventos descrita abaixo (figura 3.2 (II)):

1. α requisita uma ação de α' em troca do seu crédito v_α adquirido na primeira etapa da troca;

2. α' reconhece em $t_{\alpha'}$ sua dívida com α ;
3. α' realiza a ação $r_{\alpha'}$ em benefício de α ;
4. α expressa satisfação em s_{α} pela ação recebida $r_{\alpha'}$.

Considerando a mesma representação para a variação dos valores de troca, a situação de equilíbrio para a segunda etapa da troca é expressa com a equação (II):

$$(\downarrow v_{\alpha}) + (\uparrow t_{\alpha'}) + (\downarrow r_{\alpha'}) + (\uparrow s_{\alpha}) = 0$$

Piaget interpreta essa variação da seguinte forma: (i) pagar uma dívida é uma operação positiva, logo, deve ser representada por $(\uparrow t_{\alpha'})$; (ii) fazer uso de um crédito implica a diminuição do capital; logo, deve ser representado por $(\downarrow v_{\alpha})$, e a compensação da perda do crédito que possuía até então é o ganho na satisfação atual s_{α} .

A implicação lógica que descreve a situação de equilíbrio para a segunda etapa da troca é a seguinte:

$$\textbf{Implicação II} \quad (v_{\alpha} = t_{\alpha'}) \wedge (t_{\alpha'} = r_{\alpha'}) \wedge (r_{\alpha'} = s_{\alpha}) \Rightarrow (s_{\alpha} = v_{\alpha}) \quad (3.2)$$

A partir dela, observa-se que: em $(v_{\alpha} = t_{\alpha'})$, α' reconhece uma dívida equivalente ao crédito de α ; em $(t_{\alpha'} = r_{\alpha'})$, α' salda sua dívida sob forma de serviço equivalente; em $(r_{\alpha'} = s_{\alpha})$, o serviço prestado por α' satisfaz α de forma equivalente; em $(s_{\alpha} = v_{\alpha})$, a satisfação de α é igual ao seu crédito, ou seja, α percebe que seu serviço foi retribuído com a mesma intensidade por α' .

Da mesma forma que na etapa anterior, situações de desequilíbrio podem ocorrer em qualquer momento da troca e por várias razões (e.g. α' não reconhece sua dívida, ou a reconhece sem satisfazer α , etc). Essas situações não serão descritas individualmente, pois seguem o mesmo princípio das situações citadas na etapa I.

Após a segunda etapa da troca, a troca de valores entre os indivíduos está completa. Segundo Piaget, existem duas condições essenciais para o equilíbrio das trocas: (1) quando esforços e proveitos se compensam para ambas as partes ($r_{\alpha} = v_{\alpha}$ e $s_{\alpha'} = t_{\alpha'}$); (2) a *conservação de valores* entre a implicação I e a implicação II, para que os créditos e dívidas adquiridos pelos indivíduos durante a troca permaneçam os mesmos com o passar do tempo. Em outras palavras, deve haver equilíbrio na dinâmica dos valores tanto durante as etapas (condição 1) quanto na transição entre as etapas da troca (condição 2).

3.2.1 Valores de Troca e Valores Econômicos

Uma característica já ressaltada da teoria das trocas de valores é que ela trata de valores no sentido restrito de valores de troca qualitativos, distintos dos valores econômicos quantificados. No entanto, é interessante observar qual a relação entre esses dois valores.

Em vista dessa análise, Piaget mostra como os valores econômicos aparecem a partir dos valores qualitativos de troca, demonstrando como as leis de equilíbrio da troca econômica podem ser deduzidas a partir das duas etapas da troca de valores antes apresentadas.

A adição dos valores qualitativos da equação I e da equação II da troca interindividual tem como resultado:

$$\text{Equação I } (\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_{\alpha'}) + (\downarrow t_{\alpha'}) + (\uparrow v_\alpha) = 0$$

$$\frac{\text{Equação II } (\downarrow v_\alpha) + (\uparrow t_{\alpha'}) + (\downarrow r_{\alpha'}) + (\uparrow s_\alpha) = 0}{(\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_{\alpha'}) + (\downarrow r_{\alpha'}) + (\uparrow s_\alpha) = 0}$$

Os valores virtuais são anulados e resta a proposição $(r_\alpha = s_{\alpha'}) \wedge (r_{\alpha'} = s_\alpha)$. Com isso, podemos concluir que, primeiro, nas trocas econômicas são considerados apenas os valores de trocas atuais, ou seja, somente as avaliações feitas sobre ações concretas. Segundo, no sistema de valores proposto por Piaget, os valores virtuais são vistos como *valores de controle* (coordenação) e os valores atuais como *valores efetivos*.

A correspondência entre os dois tipos de valores também pode ser evidenciada se relacionarmos situações encontradas nas trocas econômicas com as situações de desequilíbrio das trocas de valores, como mostrado em [PIA 73]:

- *igualdade das utilidades finais*: pode ser identificada no sistema de valores quando temos a situação em que $s_\alpha = r_{\alpha'}$ e $s_{\alpha'} = r_\alpha$, ou seja, há igualdade das satisfações e dos valores de renúncia;
- *lei da oferta e da procura*: a relação inversa do *valor* e da *quantidade* que fundamenta a lei da oferta e da procura pode ser considerada correspondente, no plano dos valores, ao que em lógica qualitativa é a relação inversa da *extensão* (i.e., a quantidade) e da *compreensão* (i.e., o valor) dos conceitos.

Por fim, essas observações e correspondências mostram que, apesar de tratar de tipos diferentes de valores, os dois sistemas de valores (morais e econômicos) estão intimamente relacionadas.

3.3 A Troca Intelectual de Valores

A troca intelectual, ou troca de pensamento, constitui um tipo especial de troca qualitativa, definida como aquela que não se dirige necessariamente a objetos ponderáveis.

No caso especial das trocas de pensamento (ou trocas intelectuais), a seqüência de eventos da troca, apresentada anteriormente, toma as seguintes significações particulares (figura 3.2 etapa I):

1. o indivíduo α enuncia uma proposição r_α ;
2. o indivíduo α' se encontra de acordo ou não com tal proposição, o qual é designado por $s_{\alpha'}$;
3. ao assumir o acordo (ou desacordo) em $t_{\alpha'}$ o indivíduo α' sente-se engajado ou não com a proposição r_α e se compromete (ou não) com a continuidade das trocas com α ;
4. esse engajamento de α' confere à proposição r_α de α um valor ou credibilidade v_α (positivo ou negativo), que a torna válida ou não para as trocas futuras destes indivíduos.

Podemos observar que, na troca intelectual, o item 4 sugere um aprendizado por parte de α como resultado da troca de valores, reforçando ou diminuindo sua convicção com a relação à proposição r_α .

Segundo o autor, o equilíbrio nas trocas de pensamento entre dois indivíduos supõe: (i) um sistema comum de sinais; (ii) a conservação das proposições válidas obrigando quem as reconhece como tais; (iii) reciprocidade de pensamento. Já o desequilíbrio da troca pode ser causado por dois fatores: o *egocentrismo* e a *coação*.

O desequilíbrio devido ao egocentrismo ocorre quando os parceiros da troca não conseguem coordenar seus pontos de vista por uma das seguintes razões:

- falta de uma escala comum de referência, e as palavras são empregadas em sentidos diferentes, normalmente referindo-se a símbolos individuais com significações privadas;
- falta de conservação de idéias (coerência), uma vez que um dos parceiros não reconhece suas obrigações com o outro;
- falta de reciprocidade – cada indivíduo considera o seu ponto de vista como único.

O desequilíbrio devido à coação ocorre pela fragilidade da estabilidade imposta pelas relações de autoridade entre os parceiros. Assim, a coação estabelece, nas trocas de valores, um *falso equilíbrio*, pois leva a uma escala de valores imposta (e.g. dos mais velhos ao mais novos, dos poderosos aos menos poderosos, etc.) e constitui um fator externo na determinação da conservação dos valores. Dessa forma, ocorre ausência de equilíbrio interno, pois o sistema de obrigações não é recíproco e pode “desmoronar” a qualquer momento.

Piaget ressalta que, no sistema de valores, o verdadeiro equilíbrio é aquele baseado na cooperação, em que exista correspondência direta ou indireta entre as ações de um e de outro.

3.4 A Troca de Valores entre Sociedades

Na troca entre dois indivíduos descrita até agora, a valorização recíproca ocorre principalmente pelo fato de os indivíduos possuírem uma escala comum de valores. Esse fato não é característica exclusiva da troca interindividual, mas constitui uma condição de existência para toda a coletividade [PIA 73].

Nas sociedades contemporâneas, existe um número relativamente grande de escalas: políticas, religiosas, estéticas, literárias, entre outras. Nesses casos, o conjunto de indivíduos que trocam seus valores segundo uma escala comum é chamado pelo autor de “classe de co-valorizantes”.

Considerando as trocas não apenas entre dois indivíduos α e α' , mas entre todos os indivíduos pertencentes à mesma classe A, digamos α , α' e α'' , em que exista soma algébrica das trocas (i.e., $v_A = v_\alpha + v_{\alpha'} + v_{\alpha''}$ e $r_A = r_\alpha + r_{\alpha'} + r_{\alpha''}$), pode-se observar as seguintes relações [PIA 73]:

1. Se há *benefício recíproco*² $r_A < v_A$, expresso por:

$$(r_A < s_A) \wedge (s_A = t_A) \wedge (t_A = v_A) \Rightarrow (r_A < v_A)$$

²Dupla relação de valorização entre os indivíduos [PIA 73]: tudo o que um faz satisfaz o outro mais do que custou ao primeiro e reciprocamente, ou seja, $v_\alpha > r_\alpha$ e $v_{\alpha'} > r_{\alpha'}$.

então, a coletividade é naturalmente *estável* e representa uma condição de enriquecimento mútuo dos indivíduos. Quando há benefício recíproco, a coletividade A se torna um elemento positivo para os indivíduos que a compõem.

2. Se há *desvalorização recíproca* $r_A > v_A$, expressa por:

$$(r_A > s_A) \wedge (s_A = t_A) \wedge (t_A = v_A) \Rightarrow (r_A > v_A)$$

então, a coletividade *não é viável*, pois torna-se um elemento negativo para os indivíduos que a compõem, a não ser pela intervenção de normas jurídicas ou morais para impor uma conservação do elo coletivo.

3. Se há equilíbrio exato $v_A = r_A$, expresso por:

$$(r_A = s_A) \wedge (s_A = t_A) \wedge (t_A = v_A) \Rightarrow (r_A = v_A)$$

então, a coletividade se torna *viável* enquanto valores concorrentes não perturbarem seu equilíbrio.

Segundo Piaget, o equilíbrio social está baseado na dinâmica das trocas e a condição essencial de equilíbrio é a *conservação de valores*. E, para que a coletividade se conserve, existem pelo menos duas condições necessárias: (1) que a coletividade apresente no mínimo uma escala comum de valores e (2) que as trocas atinjam benefícios recíprocos.

Seguindo esse ponto de vista, o autor distingue formas de desequilíbrio nas trocas de valores dentro de uma coletividade B, as quais, segundo ele, correspondem aos principais tipos de crises sociais:

1. Crises do tipo $t_A > s_{A'}$ acontecem quando, numa coletividade B, uma classe A presta menos serviços a uma classe A' da sociedade do que prestava anteriormente (e.g. a classe A' mudou suas necessidades ou a classe A se tornou mais numerosa em relação a essas necessidades), levando a um desequilíbrio na igualdade geral da implicação II:

$$(v'_A = t_A) \wedge (t_A = r_A) \wedge (r_A > s_A) \Rightarrow (t_A > s_A)$$

A solução para esses tipos de crise é normalmente o reajuste do equilíbrio da oferta e da procura, sem precisar alterar a escala de valores. Um exemplo desse tipo é o fenômeno econômico das *superproduções*, que também rege os valores qualitativos.

2. Crises do tipo $v_A < r_{A'}$ acontecem quando um indivíduo ou um grupo contam com o seu crédito sem utilizá-lo ou reconstituí-lo com novas atividades e o *capital sofre desvalorização*, levando a um desequilíbrio na igualdade geral da implicação II:

$$(v_A < t'_A) \wedge (t'_A = r'_A) \wedge (r'_A = s_A) \Rightarrow (v_A < r'_A)$$

A desvalorização dos capitais pode atingir toda uma classe dentro da sociedade, e a solução para esse tipo de crise é normalmente a reconstituição do crédito por novas atividades, sem precisar haver alteração na escala de valores. Os exemplos mais comuns de desvalorização de capitais são o desgaste dos partidos políticos e os cientistas que não publicam novas idéias e se desvalorizam, perdendo um pouco da sua reputação.

3. Crises do tipo $r_B < s_B$ e $v_B < r_B$ acontecem quando os serviços prestados pelo grupo A ao grupo A' e vice-versa, dentro de uma coletividade B, não satisfazem mais uns aos outros. Nesse caso, a troca se tornou impossível com a escala antiga de valores, pois ocorreu a ruptura dessa escala. Segundo o autor, esse tipo de crise é característica das revoluções políticas e sociais, nas quais ocorre a construção, freqüentemente muito rápida, de uma nova escala de valores. Ocorre, assim, uma inflação de valores ($t_B > s_B$) devido às reputações e promessas serem maiores que os serviços prestados reais ou possíveis, em outras palavras, ocorre uma “confiança forçada”.

Por fim, Piaget observa que, tanto nas trocas interindividuais quanto nas trocas entre sociedades, as trocas qualitativas têm estreita dependência em relação ao sistema de normas. Isso se deve ao fato de as normas tanto morais quanto jurídicas serem responsáveis pela conservação dos valores em trocas de longo prazo. A relação entre as trocas qualitativas e o sistema de normas será apresentada mais detalhadamente na próxima seção.

3.5 O Papel das Normas na Troca de Valores

A situação de equilíbrio da troca de valores que foi apresentada até agora, através das formulações 3.1 e 3.2, se baseava em condições de igualdade ou de equivalência qualitativa resultantes da chamada “troca espontânea”. Esse equilíbrio, na verdade, é muito instável, pois os valores adquiridos nas trocas são suscetíveis a desvalorizações imprevisíveis.

Essas desvalorizações que abalam o equilíbrio social são causadas pela não conservação dos valores no tempo. Para Piaget, a solução para alcançar o equilíbrio social é utilizar, no sistema de troca de valores, além dos mecanismos de trocas simples, um conjunto de *mecanismos de conservação de valores* chamado *coordenação normativa*, cujo papel é assegurar o equilíbrio das trocas, graças a uma série de obrigações de ordem moral e jurídica.

Em se tratando de trocas de valores em uma sociedade, Piaget observa que existem dois tipos de troca: a *troca atual* e a *troca no tempo* ou *durável*. A troca atual é aquela diretamente controlada pelos indivíduos interessados na troca e corresponde a uma percepção imediata dos valores trocados. Com isso, a troca atual qualitativa não requer a intervenção de normas morais ou jurídicas e permanece como um negócio de simples simpatia.

Já a troca no tempo ou durável é aquela que sai do escopo de controle e percepção atuais dos indivíduos envolvidos e, por isso, requer a intervenção de normas estabilizadoras de ordem moral ou jurídica, a fim de garantir a conservação dos valores de troca adquiridos. Com isso, na troca no tempo ou durável, a dívida se torna uma *obrigação moral e jurídica*, e todo equilíbrio durável requer a intervenção de normas particulares. Como exemplo, podemos citar o caso da venda à vista e da venda a prazo. A venda à vista é considerada uma troca atual na medida em que os objetos trocados são percebidos imediatamente pelos indivíduos, enquanto a venda a prazo é considerada uma troca no tempo e, logo, seu pagamento necessita da garantia imposta pelas leis jurídicas e regras morais.

É importante destacar que o autor não considera essas regras de conservação morais e jurídicas como fatores externos à troca de valores, mas sim internos, fazendo

com que as valorizações não permaneçam mais exclusivamente ligadas ao ponto de vista individual, mas se destaquem para constituir uma *coordenação dos pontos de vista*.

Resumidamente, Piaget considera as normas morais e jurídicas como o “conjunto das operações tendentes à conservação de valores nas trocas do tipo I e II”, representadas aqui pelas formulações 3.1 e 3.2.

Dessa forma, são definidos dois métodos operatórios de conservação: o que constitui as *normas jurídicas* e o que constitui a *moral*. O primeiro consiste em transformar, graças a operações de reconhecimento, os valores de troca virtuais v e t em *direitos* e *obrigações*, respectivamente.

O segundo assegura a conservação de forma mais radical, seguindo o chamado ponto de vista “desinteressado”, no qual os indivíduos se avaliam reciprocamente em função do ponto de vista do parceiro e não mais em função do ponto de vista pessoal. Esses dois mecanismos de conservação são apresentados mais detalhadamente nas seções seguintes.

3.5.1 Equilíbrio normativo de ordem moral

A característica marcante das regras de ordem moral é o seu caráter pessoal, que implica particularidades dos indivíduos, e sua aplicação pode levar a um julgamento diferente da mesma situação por parte de indivíduos distintos. As duas condições morais necessárias para a conservação dos valores na primeira etapa da troca são:

1. *Satisfação indefinida de α' por α* . Significa que, ao contrário do que ocorre na troca simples, na qual α age (r_α) visando o seu sucesso (v_α), na reciprocidade de ordem moral, α age visando a satisfação de α' ($s_{\alpha'}$). Assim, α procurará satisfazer α' enquanto puder e não somente enquanto seu sucesso compensar seu esforço. Essa condição garante a igualdade $r_\alpha = s_{\alpha'}$.
2. *Avaliação de r_α por α' segundo a intenção de α* . Significa que, na reciprocidade moral, α' avaliará a ação r_α de α segundo as intenções deste último e não segundo o resultado obtido. Essa condição garante a igualdade $t_{\alpha'} = v_\alpha$.

O que se observa nos dois casos é a *substituição recíproca das escalas* (ou dos pontos de vista), o que evidencia o caráter desinteressado da ação de ordem moral em relação à finalidade da troca simples.

Para Piaget, o fundamento das regras morais está no *respeito*. Quando entre dois indivíduos existe respeito pelo superior (e.g., pelos mais velhos, pelo chefe, etc), relação chamada de heteronomia, ocorre a substituição unilateral de escalas, com a incorporação da escala de valores pelo inferior. Quando entre dois indivíduos existe respeito pelo igual, relação chamada de autonomia, ocorre a reciprocidade das escalas, de modo que um indivíduo incorpora a escala do outro.

Assim, quando regras morais são utilizadas no mecanismo de troca, temos uma nova significação para os termos da primeira etapa da troca:

r_α = ação de α sobre α' visando a satisfação do último;

$s_{\alpha'}$ = satisfação de α' pela intenção da ação r_α ;

$t_{\alpha'}$ = obrigação que α' tem de agir segundo a escala normativa de α ;

v_α = aprovação de α por α' ou “aprovação moral”.

É importante notar que, nesse caso, o valor v_α não significa que α tem direito a um serviço de α' em retribuição à ação prestada r_α . O equilíbrio normativo de ordem moral na primeira etapa da troca é atingido quando α tende à satisfação indefinida de α' e este reconhece os valores morais de α . No caso desse tipo de equilíbrio em especial, *a segunda etapa da troca não precisa ser analisada*, pois é uma consequência da primeira. Em outras palavras, como a troca é considerada desinteressada, α não tem a intenção de cobrar uma retribuição de α' pela sua ação r_α . Aqui, há intenção de retribuição por parte de α' , que procura dar a α uma “satisfação moral” s_α agindo em $r_{\alpha'}$ segundo $t_{\alpha'}$. A aprovação da retribuição por α (s_α) fecha o ciclo da troca segundo as normas morais.

Partindo dessa análise, pode-se dizer que a conservação moral baseada na substituição dos pontos de vista difere da conservação jurídica, pois esta só conhece a troca interessada e ignora a condição de reciprocidade desinteressada.

Outro tipo de valorização resultante do respeito às obrigações morais mencionada pelo autor em [PIA 73] é a “satisfação interior”, na qual α reconhecerá o valor de sua ação independente da reação de α' , em uma espécie de auto-aprovação. Nesse caso, o valor v_α só depende da intenção de α e não mais do reconhecimento de α' . O autor explica esse caráter novo da troca com a observação de que, muitas vezes, os atos mais altruístas aparentemente trazem em si esse elemento egoísta da busca pela aprovação (e.g. visão religiosa de que toda boa ação será futuramente recompensada neste ou em outros mundos).

O autor observa, ainda, que a intervenção das normas nas trocas introduz a dimensão “diacrônica” à análise, não somente porque as normas conservam os valores no tempo, mas porque o caráter obrigatório da norma só se explica em função da história.

3.5.2 Equilíbrio normativo de ordem jurídica

Inicialmente, é importante reforçar a diferença entre as normas de cunho moral e jurídico. Como já foi citado anteriormente, o mecanismo de coordenação moral é caracterizado pelas relações chamadas “desinteressadas”, nas quais as obrigações são reguladas pela condição da substituição recíproca das escalas. Já no mecanismo de coordenação jurídica, as obrigações são determinadas por convenções ou acordos entre indivíduos baseados em interesses pessoais e mediados pela noção do “direito” que um indivíduo pode ter sobre o outro. Pode-se observar que esta última noção está ausente no campo moral, enquanto a noção de troca “desinteressada” está ausente no campo jurídico.

Além disso, diferente das regras morais, as regras jurídicas apresentam caráter impessoal e são fundamentadas na aceitação das leis e acordos.

O mecanismo de coordenação jurídica pode ser de dois tipos:

- **direito não-codificado**, que está baseado em acordos assumidos voluntariamente e representa as relações de direito não fixadas pelas leis escritas;
- **direito codificado**, que está baseado nas leis escritas do estado.

Assim como as normas de ordem moral têm por função a conservação obrigatória de valores na primeira etapa da troca, representada pela implicação

I (3.1), as normas de ordem jurídica, tanto do direito codificado quanto do não-codificado, têm por função intervir na conservação de valores na segunda etapa da troca, representada pela implicação II (3.2).

Coordenação Jurídica do Direito Não-Codificado

Quando as regras do direito não-codificado são utilizadas no mecanismo de troca, temos uma nova significação para os termos da segunda etapa da troca:

- v_α = direito de α reconhecido por α' ;
- $t_{\alpha'}$ = obrigação de α' relativa ao direito de α ;
- $r_{\alpha'}$ = ação prestada por α' visando cumprir sua obrigação $t_{\alpha'}$ com α ;
- s_α = satisfação de α resultante da ação prestada por α' .

Ao aplicarmos as normas do direito não-codificado no sistema de valores, as duas condições necessárias para alcançar o equilíbrio na segunda etapa da troca são: (i) se o direito de α é igual a sua satisfação ($v_\alpha = s_\alpha$); (ii) se a obrigação de α' é equivalente ao serviço prestado por ele ($t_{\alpha'} = r_{\alpha'}$).

Logo, se a satisfação de α (s_α) resultante dos serviços prestados por α' é igual ao seu direito adquirido por serviço previamente prestado a α' (v_α) e, ao mesmo tempo, o serviço prestado por α' ($r_{\alpha'}$) corresponde à sua obrigação com α ($t_{\alpha'}$), a troca será equilibrada para ambos.

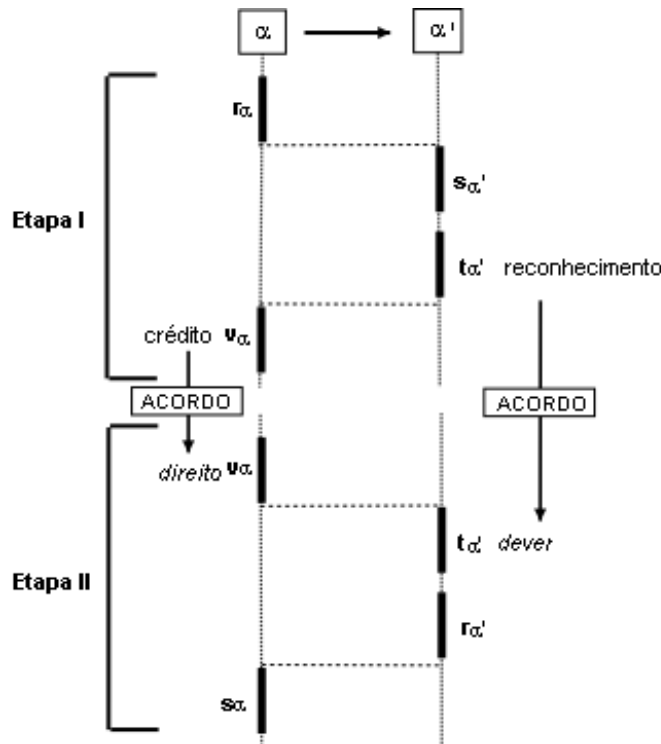


FIGURA 3.3 – Conservação de valores pelas regras do direito não-codificado.

No entanto, para que haja direito v_α e obrigação $t_{\alpha'}$ no mecanismo de coordenação do direito não-codificado, é necessário que o direito de um indivíduo seja

reconhecido pelo outro preliminarmente, através de um *acordo* ou de uma *convenção explícita*, como mostra a figura 3.3.

Quando as condições de equilíbrio não são cumpridas, ocorrem perturbações na equivalência geral apresentada na implicação II que levam a situações de desequilíbrio, tais como: (i) se temos $v_\alpha > t_{\alpha'}$ ou $v_\alpha < t_{\alpha'}$, significa que α e α' não estão de acordo com seus direitos e obrigações; (ii) se temos $t_{\alpha'} > r_{\alpha'}$ ou $t_{\alpha'} < r_{\alpha'}$, significa que os indivíduos α e α' não se entendem quanto à maneira com que α' cumpriu suas obrigações para com α ; (iii) se temos $r_{\alpha'} > s_\alpha$ ou $r_{\alpha'} < s_\alpha$, significa que α pode não estar satisfeito com a retribuição de α' correspondente ao direito de α e (iv) se temos $s_\alpha > v_\alpha$ ou $s_\alpha < v_\alpha$, então ocorre a não equivalência entre a satisfação de α e seu direito adquirido.

Coordenação Jurídica do Direito Codificado

As relações do direito codificado obedecem aos mesmos mecanismos do direito não-codificado. A diferença é que a escala de valores do primeiro é determinada pelas leis escritas; logo, repousa sempre sobre o sistema das normas jurídicas que é o *estado*.

Quando as regras do direito codificado são utilizadas no mecanismo de troca, temos uma nova significação para os termos da segunda etapa da troca:

- v_A = direito da sociedade/grupo A de publicar leis, regulamentos ou normas (éditos);
- $t_{A'}$ = obrigação da sociedade/grupo A' de executar essas normas;
- $r_{A'}$ = ação dos integrantes de A' para executar a norma publicada por A ;
- s_A = satisfação da sociedade/grupo A resultante da execução da norma pela sociedade/grupo A' .

No direito codificado, as leis, normas ou regulamentos publicados por um grupo de pessoas são destinados à aplicação na sociedade como um todo, inclusive sobre os indivíduos que as publicaram, ao contrário do que acontece no direito não-codificado, no qual os acordos, ao serem estabelecidos, valem somente para os indivíduos envolvidos na troca.

Toda relação contratual entre indivíduos constitui uma *relação simétrica dupla* ($\alpha \xleftrightarrow{vt} \alpha'$), pois vale para toda a sociedade e não só para o grupo A .

Para que as normas jurídicas do direito codificado sejam utilizadas como mecanismo de coordenação normativa nas trocas de valores, primeiro deve-se enquadrar a interação na regra e depois aplicar aos indivíduos envolvidos as leis correspondentes a essa regra. Para isso, a primeira etapa da troca (implicação I) permite o enquadramento na regra, e a segunda etapa (implicação II), a aplicação da lei correspondente sobre os valores de troca dos indivíduos (figura 3.4).

Podemos observar, como mostra a figura 3.4, que a aplicação de uma regra no direito codificado (i.e., uma lei) faz com que o crédito de um indivíduo, obtido na primeira etapa, se torna um *direito* na segunda etapa; enquanto o reconhecimento da dívida com outro indivíduo obtida na primeira etapa da troca se torna um dever, uma *obrigação* na segunda etapa.

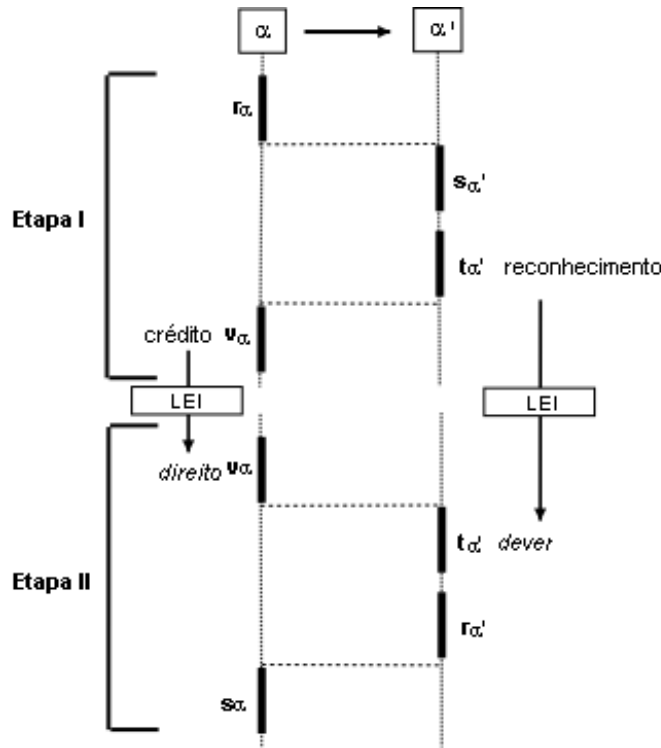


FIGURA 3.4 – Conservação de valores pelas regras do direito codificado.

Apesar da seqüência de eventos da troca ser igual tanto para o direito codificado quanto para o direito não-codificado, a diferença é que, neste último, as leis são substituídas por acordos explícitos entre os indivíduos.

Nas trocas mediadas pelas regras do direito codificado, situações de desigualdade do tipo $r_{\alpha'} < s_\alpha$ geram um delito (d) correspondente à diferença $s_\alpha - r_{\alpha'}$. Esse delito deve ser reparado com uma punição estabelecida na norma expressa por v_α . Normalmente, essa punição consiste na retirada de um bem de α' ou na ordenação de prestação de um serviço. O valor resultante da realização da ação decorrente da punição é representado pelo autor como $r'_{\alpha'}$. Dessa forma, pode-se restabelecer o equilíbrio assumindo $r_{\alpha'} + r'_{\alpha'} = s_\alpha$.

Em suma, Piaget conclui que a grande diferença entre as relações jurídicas codificadas e não-codificadas é que, nas últimas, a *relação entre indivíduos* é central e, na primeira, a *relação entre o indivíduo e o estado* (coletividade) é central.

No que se refere às relações jurídicas e morais, o autor observa, também, que a estrutura formal das relações jurídicas de ordem hierárquica (por exemplo, sistemas de monarquia) corresponde às relações morais de heteronomia (ou moral do dever), enquanto as relações jurídicas de ordem contratual correspondem formalmente às relações morais de reciprocidade. Essa afirmação pode ser comprovada analisando-se o fato de que tanto as relações contratuais como as de reciprocidade entre indivíduos são relações simétricas duplas, enquanto as relações hierárquicas e de heteronomia são assimétricas (i.e., existe respeito unilateral).

4 Modelos de Organização Dinâmica

Para os agentes que estão inseridos em sistemas abertos e dinâmicos e possuem capacidades e recursos limitados, a realização de um objetivo, muitas vezes, requer a formação de coalizões¹. Para encontrar os parceiros de coalizão adequados, os agentes precisam detectar capacidades ou especialidades complementares nos demais agentes do sistema.

Os modelos teóricos que tratam da formação de coalizões entre agentes de um mesmo sistema são chamados modelos de organização dinâmica. Tais modelos foram estudados no contexto deste trabalho por terem seu foco na *troca* de ações: agentes prestam e recebem serviços de outros agentes da sociedade, a fim de alcançar objetivos individuais ou coletivos. Dessa forma, viu-se a possibilidade de algumas das características e funcionalidades desses modelos servirem de base para demonstração da aplicabilidade do sistema de valores de troca. Tendo em vista que esses modelos tratam das trocas e interações entre agentes, no decorrer deste trabalho, eles também serão chamados de *modelos de interação*.

Neste capítulo, serão abordados dois modelos práticos de organização dinâmica: o *Redes de Contrato* e o *Modelo de Coalizões Baseadas em Dependências*. Esses modelos foram escolhidos porque, enquanto o Redes de Contrato tem a vantagem de ser amplamente conhecido e utilizado na implementação de negociação e cooperação em sistemas multiagente, o modelo baseado em dependências possui a vantagem de já incorporar um conceito social mais elaborado – a sociedade é estruturada com base nas relações de dependência entre os agentes que dela fazem parte.

Nas seções seguintes, serão apresentadas as características e funcionalidades principais de cada modelo para que sejam identificados, entre outros, o mecanismo de raciocínio dos agentes e o protocolo de interação/negociação utilizados. Por último, será apresentada uma comparação entre os dois modelos em termos de conceitos teóricos, processo de raciocínio social, protocolos e fluxo global de comunicação.

4.1 Redes de Contrato

O Redes de Contrato é um modelo baseado na noção de mercado econômico, cujo principal objetivo é a alocação de tarefas entre agentes usando a noção de *negociação* [SMI 88].

Nesse modelo, os agentes da sociedade podem assumir dois tipos de papéis: o gerente (*manager*) e o contratado (*contractor*). O gerente é aquele que tem posse da tarefa a ser realizada, e o contratado é aquele com capacidade para realizá-la. Esses papéis não são pré-definidos, mas estabelecidos dinamicamente conforme a execução do sistema, sendo possível que os agentes assumam, ao mesmo tempo, os papéis de gerente e contratado para tarefas diferentes.

O protocolo que implementa a troca de mensagens no modelo, também chamado de rede de contrato (*contract net*), é estruturado com base em três tipos de mensagens: anúncio de tarefas (*task announcements*), ofertas (*bids*) e contratos

¹Organizações que são estabelecidas dinamicamente pelos próprios agentes quando precisam trabalhar cooperativamente para resolver um problema.

(*contracts*) [WEI 99]. As estruturas básicas de cada mensagem são descritas abaixo:

- **task announcement** - pode ser endereçada para todos os agentes da sociedade (broadcast), para um grupo de agentes (multicast) ou para um único agente (ponto-a-ponto). Contém as seguintes informações: *endereço* do agente gerente; *eligibilidade*, que especifica as qualificações necessárias para a realização da tarefa; *especificação da tarefa*, que contém uma breve descrição da tarefa; *especificação da oferta*, que contém as informações que devem estar presentes na oferta retornada, e *expiração*, que determina o prazo para o recebimento das ofertas.
- **bid** - é endereçada para o agente gerente que anunciou a tarefa. Contém a seguinte informações: *qualificação do agente*, que descreve as capacidades do agente, de acordo com aquelas especificadas no campo *eligibilidade*, e *especificação da oferta*, que deve conter as informações descritas no campo *especificação da oferta*.
- **task award** - estabelece o contrato entre as duas partes. Contém a informação: *especificação da tarefa*, que apresenta os dados necessários para o contratado dar início à execução da tarefa.

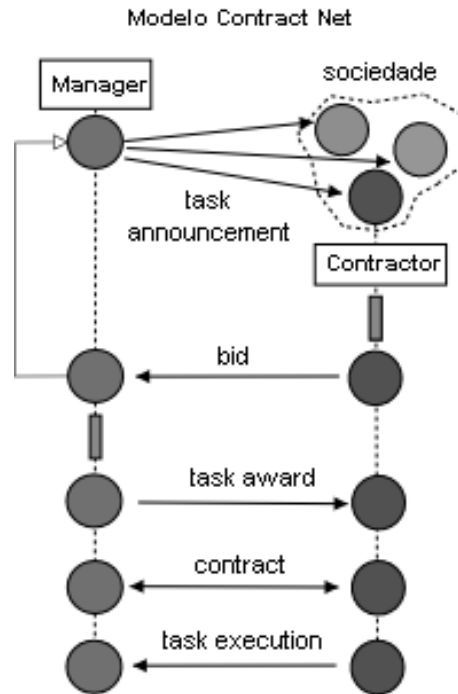


FIGURA 4.1 – Seqüência de eventos do protocolo Redes de Contrato.

A seqüência de eventos da interação entre agentes descrita no protocolo Redes de Contrato original [SMI 88], ilustrada na figura 4.1, segue os seguintes passos:

1. O agente assume o papel de *manager* e anuncia uma tarefa enviando uma mensagem do tipo *task announcement* para todos os agentes da sociedade.

2. Os agentes *contractors* avaliam o anúncio de acordo com suas capacidades e as especificações de elegibilidade necessárias para executar a tarefa. Aqueles que se encaixarem na especificação e não estiverem ocupados com outras tarefas enviam uma oferta (mensagem do tipo *bid*) para o *manager*.
3. O *manager* recebe e avalia as ofertas dos potenciais contratados, escolhe o mais adequado para executar a tarefa e envia-lhe uma mensagem de *task award* para estabelecer o contrato.
4. O agente escolhido como *contractor* deve, então, executar a tarefa e enviar para o *manager* um relatório com os resultados, depois que a tarefa tenha sido realizada.

Com base na seqüência de eventos mostrada na figura 4.1, podemos identificar dois tipos de raciocínio social no modelo Redes de Contrato:

- **raciocínio do gerente** - envolve escolher a oferta que melhor se encaixa nas especificações de elegibilidade da tarefa anunciada e tratar a situação na qual nenhuma resposta é recebida. Nesse caso, o agente gerente pode requisitar aos contratados que especifiquem, na mensagem de resposta, a causa da renúncia (e.g., é elegível, mas o agente está ocupado; é inelegível ou o agente não está interessado). Outra possibilidade de tratar o fato de nenhuma resposta recebida é o agente gerente fazer uma revisão do anúncio da tarefa, caso esteja sendo muito exigente na especificação da elegibilidade.
- **raciocínio do contratado** - envolve selecionar, entre os anúncios de tarefa recebidos, quais são elegíveis (i.e., quais o agente é capaz de realizar) e, depois, escolher o mais adequado, com base em algum critério particular, para enviar a oferta.

Apesar de ser um protocolo amplamente utilizado e conhecido, o Redes de Contrato apresenta algumas limitações. Em [SMI 88], são apresentadas algumas delas: (i) uma tarefa pode ser alocada para um agente menos capaz se um melhor qualificado estiver ocupado e não responder ao anúncio; (ii) o agente gerente não tem obrigação de informar aos potenciais contratados se o contrato já foi estabelecido com outro agente. Logo, esse tempo ocioso de espera pela resposta pode fazer com que os contratados desistam de outros anúncios em função de uma falsa expectativa.

Para tratar essas limitações, alguns autores propuseram algumas extensões do modelo contract net original. No entanto, no presente trabalho, vamos nos referir apenas ao modelo Redes de Contrato original, descrito nesta seção.

4.2 Modelo de Coalizões Baseadas em Dependências

O modelo de coalizões baseadas em dependências (*dependence-based coalitions*) é fundamentado na noção central de *relações de dependência* [CAS 91] e na *teoria do poder social* de Castelfranchi [CAS 90]. Basicamente, o modelo assume que os agentes buscam a formação de coalizões porque identificam dependências com outros agentes em relação aos seus objetivos.

Alguns autores como [ANT 2001] e [ALO 98] colocam a teoria da dependência social de Castelfranchi como o primeiro passo para a construção de agentes

sociais. Desde a publicação dos artigos iniciais sobre a teoria em 1990 e 1992, muitos pesquisadores têm utilizado o conceito de dependência na modelagem e implementação de sistemas multiagente [SIC 94] [ALO 98] [ANT 99] [DAV 2001] e [ANT 2001].

Nesta seção, serão abordados dois desses trabalhos: [SIC 94] e [DAV 2001]. Em [SIC 94], o autor implementa a teoria de dependência social na forma de um *mecanismo de raciocínio social*. Esse mecanismo é complementado no trabalho de [DAV 2001] com o desenvolvimento de um *modelo cognitivo de raciocínio social baseado em dependências*, para tratar da formação de coalizões entre agentes, utilizando medidas qualitativas e quantitativas das relações de dependência.

4.2.1 A Teoria da Dependência Social

O trabalho que introduziu os conceitos de *dependência social* e *poder social* em sistemas multiagente foi [CAS 90], no qual os autores procuram mostrar que as interações humanas não são nem imprevisíveis nem limitadas, mas surgem de decisões autônomas baseadas em vários princípios e condições básicas, entre eles, as *relações de dependência* existente entre os indivíduos. Nesse artigo e no seguinte [CAS 91], Castelfranchi propõe um primeiro passo em direção a uma *teoria computacional da dependência* para ser usada como ferramenta para o controle das interações.

Uma das idéias principais desses artigos é identificar as relações que estão por trás da interação humana e derivar alguns princípios para controlá-las. Na opinião dos autores, uma das noções fundamentais da interação social é a relação de dependência entre agentes. Logo, afirmam que a formalização dessa relação permite obter dos agentes escolhas mais racionais quanto às interações.

A iniciativa de desenvolver uma teoria computacional da dependência é motivada pela observação de que o controle da comunicação é um problema crucial para sistemas da Inteligência Artificial Distribuída (DAI), principalmente por causa da necessidade contínua de interação entre os agentes. Embora algumas soluções já tenham sido propostas, a maioria difere muito do comportamento humano observado em situações semelhantes: até então, a iniciativa do agente para propor ou aceitar uma interação era baseada no princípio da benevolência ou imposta pelo projetista do sistema ao implementar os agentes. Com a utilização do conceito de dependência, o agente se torna mais autônomo, pois o controle das interações se deve unicamente ao seu próprio interesse.

A definição básica de dependência social é apresentada em [CAS 91] como:

$$(S\text{-DEP } x \text{ y a p}) =^{def} \begin{aligned} & (\text{GOAL } x \text{ p}) \wedge \neg (\text{CANDO } x \text{ a}) \\ & \wedge (\text{CANDO } y \text{ a}) \\ & \wedge ((\text{DONE-BY } y \text{ a}) \supset (\text{EVENTUALLY } p)) \end{aligned}$$

Isto é, o agente x depende do agente y em relação a uma ação a útil para alcançar um estado p , quando p é um objetivo de x e este não é capaz de realizar a ação a , mas y é. Assim, a ação do agente y é vista como um recurso para o agente x alcançar seu objetivo (alcançar o estado p).

Os autores salientam que a dependência social não é uma situação fundamentalmente mental, mas sim objetiva, na medida em que acontece

independentemente dos agentes estarem cientes dela ou não. O fato de os agentes terem conhecimento da relação de dependência influencia, de certa forma, seu comportamento em relação a interações futuras. Por exemplo, se o agente x sabe que y depende dele para alguma ação, pode usar essa informação para tentar *influenciá-lo* a adotar um de seus objetivos no futuro.

Com a determinação da rede de dependências da sociedade, é possível identificar tipos especiais de dependência. Os dois tipos apresentados em [CAS 91] são descritos abaixo.

Dependência Unilateral. Ocorre quando a dependência é somente de um agente x em relação a outro agente y . Os dois tipos específicos de dependência unilateral são:

- *OR-dependence* - acontece quando o agente x depende do agente y_1 OU do agente y_2 para o mesmo objetivo p . Tem origem em duas situações particulares: (i) a mesma ação a necessária para a realização de p pode ser executada por mais de um agente; (ii) existem ações alternativas necessárias para a realização de p e, para cada uma delas, o agente x depende de um agente diferente.
- *AND-dependence* - tem origem em duas situações particulares: (i) *multiparty dependence*, quando x depende de mais de um agente para realizar o objetivo p ; (ii) *multigoal dependence*, quando x depende do mesmo agente para realizar dois ou mais objetivos não relacionados.

Dependência Bilateral. Quando o agente x depende do agente y e y também depende de x . Os dois tipos específicos de dependência bilateral são:

- *dependência mútua* - acontece quando x e y dependem um do outro para realizar um objetivo comum p , que pode ser alcançado com um plano que inclui no mínimo duas ações diferentes: a_1 , que pode ser executada por x , e a_2 , que pode ser realizada por y . Segundo os autores, a *cooperação* é resultado da dependência mútua.
- *dependência recíproca* - acontece quando x e y dependem um do outro para realizar objetivos diferentes. Segundo os autores, a *troca social* é o resultado da dependência recíproca.

Existem três princípios possíveis através dos quais uma relação de dependência pode ser derivada: (i) pela dependência de recurso; (ii) pela influência; e (iii) pela dependência de múltiplos parceiros.

Em todos os casos, a dependência social entre dois agentes x e y relativa a um objetivo p é sempre a dependência do primeiro em relação a uma ação do segundo; seja porque a ação de y permite que um recurso esteja disponível para x ou porque ela diretamente produz p .

Uma situação interessante que pode ser gerada pela dependência social é aquela na qual um agente tem *poder de influência* sobre o outro. Os autores definem poder de influência como:

$$(\text{INFL-POWER } x \text{ y a p}) =^{def} (\text{CANDO } x \text{ a}) \wedge ((\text{DONE-BY } x \text{ a}) \supset (\text{EVENTUALLY}(\text{GOAL } y \text{ p})))$$

Isto é, x tem poder de influenciar y se ele pode realizar uma ação a que leve y a adotar um objetivo p .

Além de observar as situações através das quais uma relação de dependência pode ser derivada, é possível, também, analisar o contrário: relações sociais e objetivos que podem ser previstos a partir de relações de dependência.

Um dos objetivos sociais que pode surgir da relação de dependência é o *objetivo de influenciar*. Isso significa que um agente x tem o objetivo de que o agente y adote um certo objetivo p . Em outras palavras, se um agente x acredita ser dependente de outro agente y relativo a um objetivo p , ele terá o objetivo de influenciar y a adotar esse objetivo. A definição formal para o objetivo de influenciar é apresentada em [CAS 91] como:

$$(\text{INFL-GOAL } x \text{ } y \text{ } p) =^{def} (\text{GOAL } x(\text{GOAL } y \text{ } p))$$

No entanto, ter o objetivo de influenciar não é garantia de sucesso, também é necessário ter *poder de influência* sobre o outro agente, o qual é derivado das relações de dependência. Se x é dependente de y em relação a uma ação a para alcançar um objetivo p , y provavelmente terá poder de influenciar x com relação a algum outro objetivo. Assim, y pode executar uma ação a_1 (e.g. um ato comunicativo, uma promessa, uma ameaça ou um comportamento demonstrativo) para fazer x acreditar que ele executará a ação a se x executar alguma outra ação.

Como observado até agora, a situação de dependência de x para y faz com que x tenha o objetivo de influenciar y e y tenha o poder de influenciar x . Como nesse caso, o principal interessado no ato de influenciar é x , não basta para x ter o objetivo de influenciar. Ele deve, também, acreditar que tem o poder de influenciar y .

A grande estratégia para obter esse poder de influenciar é tentar encontrar alguma dependência de y para x em relação a algum objetivo. Esse objetivo pode até ser o mesmo p do qual x depende de y . Nesse caso, x pode tentar propor uma *cooperação* a y , alegando que p é um objetivo comum dos dois e, por isso, eles estão relacionados por uma ligação de dependência mútua.

Se o objetivo não for comum, mesmo assim x pode tentar persuadir y em relação a outro objetivo q , alegando uma dependência recíproca, e propor uma *troca social*.

Como principal colaboração da teoria de dependências, os autores procuraram mostrar que ela é a base e a razão para a interação social e a cooperação, além de ter inspiração na análise do comportamento social humano.

4.2.2 Mecanismo de Raciocínio Social Baseado em Dependências

O trabalho de [SIC 94] e [SIC 98] implementa a teoria de dependências de Castelfranchi na forma de um mecanismo de raciocínio social. Esse mecanismo faz parte de um modelo interno do agente e permite que ele raciocine sobre outros agentes da sociedade usando informações sobre seus objetivos, ações, recursos e planos.

A capacidade de raciocinar sobre os outros é uma questão essencial na construção de agentes inteligentes, pois, se considerarmos um sistema multiagente como um sistema aberto, essa característica permite ao agente se adaptar a um ambiente em constante evolução e estar atualizado com informações sobre novos integrantes do sistema.

Em [SIC 94], todas as informações para o mecanismo de raciocínio social do agente estão armazenadas em uma estrutura chamada *descrição externa*. Essa estrutura pode ser acessada globalmente por todos os agentes da sociedade ou adquirida por comunicação, percepção ou inferência.

Ao analisar as informações da descrição externa, um agente pode identificar seu grau de autonomia em relação a um certo objetivo e um conjunto de planos segundo dois elementos: ações e recursos. Um agente só será realmente autônomo se dispuser de todas as ações e recursos necessários para execução de um plano. Logo, cada agente é capaz de inferir sua própria autonomia e suas *relações de dependências* com os demais agentes com base nas informações sobre o seu conjunto de planos e sobre o conjunto de planos dos outros, contidas na descrição externa.

Uma vez definidas suas relações de dependência, um agente pode construir uma *rede de dependências* para representar todas as suas dependências de ações ou recursos em relação aos outros agentes.

As redes de dependência provêm as informações necessárias para o raciocínio social do agente. Por exemplo, para um objetivo g_k , o agente ag_i pode calcular, para cada agente ag_j pertencente à sociedade Ag , qual é a *situação de dependência* entre eles com relação a esse objetivo.

O conceito de situação de dependência, apresentado em [SIC 94], toma como base os tipos de relações de dependência definidos em [CAS 91] (i.e., mútua, recíproca e unilateral) e a fonte da informação para identificar essas relações (i.e., planos próprios ou planos do outro agente). As possíveis situações de dependência entre dois agentes são:

dependência mútua localmente acreditada (LBMD) - quando, usando seu próprio conjunto de planos, ag_i infere que existe uma dependência mútua entre ele e ag_j em relação a um objetivo g_k , mas não pode concluir o mesmo usando os planos de ag_j ;

dependência mútua mutuamente acreditada (MBMD) - quando, usando seu próprio conjunto de planos, ag_i infere que existe uma dependência mútua entre ele e ag_j em relação a um objetivo g_k e pode inferir o mesmo tipo de dependência usando os planos de ag_j ;

dependência recíproca localmente acreditada (LBRD) - quando, usando seu próprio conjunto de planos, ag_i infere que existe uma dependência recíproca entre ele e ag_j em relação aos objetivos g_k e g_l , mas não pode concluir o mesmo usando os planos de ag_j ;

dependência recíproca mutuamente acreditada (MBRD) - quando, usando seu próprio conjunto de planos, ag_i infere que existe uma dependência recíproca entre ele e ag_j em relação aos objetivos g_k e g_l e pode inferir o mesmo tipo de dependência usando os planos de ag_j .

De posse das informações da descrição externa, os agentes podem calcular sua rede de dependência e sua situação de dependência com os demais agentes do sistema em relação ao seu objetivo atual. Se um agente observar que não tem autonomia para executar um plano, ou seja, depende de alguma ação de outro agente para realizá-lo, usa o mecanismo de raciocínio social para escolher o parceiro mais suscetível a ajudá-lo na realização do plano.

Essa escolha está baseada nas situações de dependência identificadas entre o agente e os demais agentes do sistema capazes de executar a ação necessária para a realização do plano. Com a sociedade de agentes estruturada em função das relações de dependência, os agentes passam a ter interesses próprios e por isso, a suscetibilidade de um agente em aceitar a prestação de um serviço está diretamente relacionada a sua posição na rede de dependências.

Dessa forma, parceiros com situações de dependência do tipo MBMD e MBRD provavelmente serão mais receptivos à requisição de serviço do que parceiros com situação de dependência do tipo LBRD.

Vale observar que esse mecanismo apresentado em [SIC 94] permite o raciocínio sobre outros agentes em dois níveis diferentes: (i) de quem eu dependo e (ii) quem depende de mim. A utilidade desses níveis pode ser determinada de acordo com a natureza dos agentes: um agente benevolente dificilmente usará o segundo nível, uma vez que se preocupa em cooperar com os outros, enquanto um agente que age por interesse fará uso do segundo nível para persuadir outros agentes.

4.2.3 Modelo Cognitivo de Raciocínio Social Baseado em Dependências

Para complementar o mecanismo de raciocínio social baseado em dependências, David propõe em [DAV 2001], um modelo no qual as escolhas das interações do agente se baseiam não só em medidas qualitativas, mas também em medidas quantitativas do poder de um agente sobre outro em relação a um certo objetivo.

Nesse modelo, o agente usa medidas derivadas das relações de dependência a fim de raciocinar sobre possíveis parceiros para a formação de coalizões para troca de serviços. Com essa proposta, o autor procura superar o problema da falta de ferramentas quantitativas que tornem a teoria da dependência e poder social eficiente em sistemas voltados a problemas do mundo real.

Como assumido no mecanismo de raciocínio social de Sichman, o agente que está inserido em uma sociedade, com suas capacidades e objetivos, toma a iniciativa de negociar com outros membros dessa sociedade quando identifica que precisa de um serviço, ou seja, depende de uma ação ou recurso de outro(s) agente(s) para alcançar o objetivo no qual está engajado.

Ao identificar a necessidade da negociação, o agente deve decidir quais os parceiros e propostas mais adequados para formar uma coalizão, utilizando o modelo cognitivo de raciocínio social baseado em dependências [SIC 94]. Esse modelo de raciocínio utiliza quatro medidas de dependência social para a escolha de parceiros:

relação de dependência - representa a situação onde ag_o depende de ag_i em relação a um objetivo g de acordo com um conjunto de planos P . É expressa pelo predicado $d_{on}(ag_o, ag_i, g, P)$.

relação de dependência inversa - representa a quantidade de poder de um agente sobre outro em relação a um objetivo. É expressa pelo predicado $IDR(ag_i, ag_o, g)$, o que resulta em $IDR(ag_i, ag_o, g) = d_{on}(ag_o, ag_i, g, P)$.

força de dependência - função que expressa as preferências do agente, com probabilidades iguais, entre ações que podem ser oferecidas a um outro agente. Consiste do somatório da força de todas as ações oferecidas ($O-A(ag_i)$) ao possível parceiro. É expressa pela fórmula

$dep-strength = \sum_{a \in O-A(ag_i)} a-strength_{ag_i}(a)$. A força da ação é calculada de acordo com seu custo e a contribuição substantiva para todos os possíveis objetivos e planos oferecidos. A força de dependência identifica qual o agente mais dependente entre os possíveis parceiros, conforme a relevância da proposta oferecida.

situação de dependência - define padrões de dependência qualitativamente diferentes. Relaciona dois agentes e um objetivo e é calculada de acordo com diferentes configurações de relações de dependência entre agentes. Pode ser mutuamente ou localmente acreditada, dependendo da fonte (conjunto de planos) que é usada no cálculo. Esse conceito tenta capturar a suscetibilidade de um agente em adotar o objetivo do outro.

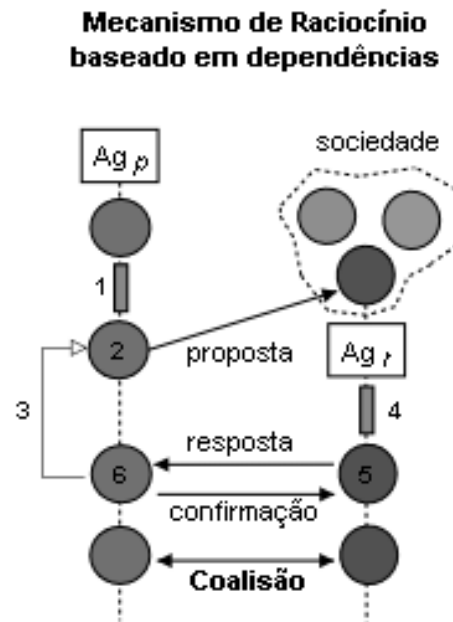


FIGURA 4.2 – Seqüência de eventos do raciocínio social dos agentes.

O modelo de raciocínio baseado em dependências segue o diagrama mostrado na figura 4.2. A seqüência de eventos do raciocínio social dos agentes envolvidos na interação de acordo com esse modelo é, de forma simplificada (para mais detalhes, ver [DAV 2001]):

1. *Raciocínio sobre dependências.* Nessa etapa, o mecanismo de raciocínio social consiste em escolher, com base nas medidas quantitativas (força de dependência e custo) e qualitativas (situação de dependência), os parceiros e a proposta de coalizão de forma a aumentar a chance de o parceiro aceitar fazer parte da coalizão. Para cada ação da qual o agente depende no plano atual, existe um conjunto de possíveis parceiros que são capazes de executá-la. A escolha e a ordenação do conjunto de parceiros e propostas seguem os passos descritos abaixo:

Passo 1 Escolha dos parceiros. Possivelmente, diferentes situações de dependência serão encontradas para cada parceiro. Algumas situações são

consideradas mais apropriadas para coalizão e, por isso, são ordenadas da seguinte maneira: $MBMD > (MBRD, LBMD) > UD$. Assim, em [DAV 2001] as *situações de dependência* são usadas para ordenar o conjunto de possíveis parceiros, juntamente com a medida da *força de dependência* em relação aos outros agentes.

Passo 2 Escolha da ação, plano e objetivos oferecidos. Depois de escolhido e ordenado o conjunto de parceiros, o agente deve escolher os possíveis objetivos, planos e ações a serem oferecidos na proposta de coalizão para cada parceiro em troca da ação requisitada.

- O conjunto de *objetivos oferecidos* deve conter os objetivos que originam a maior situação de dependência, de acordo com a ordem citada anteriormente. No caso da dependência mútua, o objetivo oferecido é o mesmo com o qual o agente proponente está engajado. Essa situação é considerada a mais apropriada para coalizões, pois identifica uma maior suscetibilidade por parte do outro agente e pode ser vista como um tipo de cooperação.
- O conjunto de *planos oferecidos* parte do conjunto de objetivos oferecidos e dá preferência aos planos cuja situação de dependência seja mutuamente acreditada.
- A escolha do conjunto das *ações oferecidas* parte do conjunto de planos oferecidos e dá preferência às ações com maior força de dependência.

Passo 3 Elaboração da proposta de coalizão. Ao final do processo de escolha, para cada parceiro é elaborada uma proposta final relativa ao objetivo ao qual o agente está engajado, contendo uma ação, um plano e um objetivo que serão oferecidos em troca da ação requisitada.

2. Envio da proposta. O agente envia ao primeiro agente da lista de parceiros uma proposta de coalizão.
3. Envio da proposta se repete até que algum agente aceite.
4. *Raciocínio sobre dependências*. O agente que recebe a proposta de coalizão utiliza também um raciocínio sobre dependências para decidir se aceita ou não a proposta. Como o modelo assume o princípio da não-benevolência, os agentes só aceitarão as propostas se obtiverem alguma vantagem em troca, ou seja, se o agente proponente também ajudá-los na realização de um objetivo.
5. Envio da resposta. Se o agente aceitar a proposta (i.e., achar vantagem na coalizão), envia uma resposta com aceite para o agente proponente.
6. Envio da confirmação. O agente proponente envia uma mensagem confirmando a formação da coalizão.

Ao aceitar a proposta de coalizão, o outro agente adota instrumentalmente o objetivo do agente proponente, visando obter alguma vantagem em retorno. Nesse caso, o objetivo que foi adotado pode ser visto como um “meio” (instrumento) para um objetivo de mais alta ordem.

Como mostra a seqüência de eventos, podemos identificar dois tipos de raciocínio social: o do agente proponente (etapa 1) e do agente receptor (etapa 4). Ambos utilizam as medidas derivadas das relações de dependência para escolher os parceiros de coalizão. No entanto, notamos que o raciocínio social do proponente é um pouco mais complexo, pois envolve a escolha de elementos “persuasivos” (i.e., os objetivos, planos e ações oferecidos) que poderão influenciar o agente receptor na aceitação da proposta de coalizão.

4.3 Comparação entre os Modelos

Analisando a descrição e a seqüência de eventos da interação do modelo *contract net*² e do modelo de coalizões baseadas em dependências, pode-se identificar várias diferenças em termos de fundamentação teórica, raciocínio social dos agentes, protocolo de comunicação e fluxo global de comunicação. Tais diferenças são analisadas a seguir:

- *quanto à fundamentação teórica* - o modelo de coalizões baseadas em dependências é fundamentado na teoria do poder social e na noção de relação de dependência. Esse modelo assume o princípio da não-benevolência, uma vez que os agentes seguem interesses próprios ligados a sua posição na rede de dependências. Logo, o conceito de dependência é visto pelos autores como elemento de motivação para a interação e, ao mesmo tempo, como a base para o comportamento social, em particular, para a cooperação e a troca.

O modelo Redes de Contrato, por outro lado, é baseado na noção de mercado econômico e negociação. Assume que todos os agentes são benevolentes (i.e., pré-programados para cooperar sempre) e baseiam sua escolha de parceiros no grau de eficiência e qualidade de execução da tarefa, não levando em conta o raciocínio sobre interações futuras ou compromissos sociais.

- *quanto ao raciocínio social dos agentes* - no modelo de coalizões baseadas em dependências, o raciocínio para escolher o parceiro mais adequado à coalizão é feito antes do envio da proposta e leva em conta medidas qualitativas e quantitativas sobre as relações de dependência. Logo, os agentes precisam de alguma informação prévia sobre os outros agentes para poder calcular as redes de dependência usadas pelo mecanismo de raciocínio social. De acordo com o processo de raciocínio dos agentes, eles só cooperam com os outros agentes quando podem receber algo em troca, ou seja, quando também observam uma dependência em relação ao outro agente.

No modelo Redes de Contrato, o raciocínio para escolher o parceiro mais adequado para executar uma tarefa é feito depois que as mensagens de ofertas (bids) forem recebidas e não antes do anúncio da tarefa. O processo de raciocínio não leva em conta os aspectos sociais da interação, somente as medidas de qualidade e eficiência do serviço. Dessa forma, os agentes não precisam de nenhuma informação prévia sobre os outros agentes antes de enviar o anúncio da tarefa, nem mesmo sobre quais deles são capazes de executá-la.

²Não são consideradas para comparação as extensões do modelo encontradas em [SMI 88] e [WEI 99], somente o modelo Redes de Contrato original.

De acordo com o processo de raciocínio dos agentes, eles devem cooperar com os outros agentes sempre que tiverem tempo e recurso disponíveis, sem receber nada em troca.

- *quanto ao protocolo de comunicação* - o protocolo de comunicação do mecanismo de raciocínio baseado em dependências é bastante simples, sem definição detalhada das estruturas das mensagens. No entanto, cobre todas as funcionalidades necessárias para a comunicação entre os agentes em interação. O protocolo Redes de Contrato é um pouco mais completo, com estruturas de mensagens mais bem definidas.

A principal diferença entre eles é a forma de envio da proposta de coalizão. No modelo de coalizões baseadas em dependências, o agente proponente envia apenas uma mensagem com a proposta de coalizão, destinada ao agente da lista de parceiros possíveis mais suscetível a aceitá-la. No modelo Redes de Contrato, o agente gerente envia a mensagem de anúncio de tarefa para mais de um agente, normalmente todos os outros agentes da sociedade.

- *quanto ao fluxo global de comunicação* - uma das vantagens identificadas por [CAS 91], [SIC 94] e [DAV 2001] em usar o raciocínio social baseado em dependências para a formação de coalizões, ao invés da rede de contratos, é a diminuição do tráfego de mensagens na rede. O raciocínio social sobre dependências permite que o agente “simule” o raciocínio dos outros agentes, identificando assim quais são mais propensos à aceitação de sua proposta e evitando a troca de mensagens desnecessárias.

Em [?], é feita uma análise comparativa desses dois modelos para detectar sob quais condições um modelo é mais eficiente que o outro, em relação ao fluxo global de comunicação no sistema multiagente. Com essa análise, foi observado que, em quase todas as situações testadas (i.e., com variações nos parâmetros: número de agentes e número de objetivos de cada agente), aparece um ciclo crítico, no qual o valor do fluxo nos dois modelos é igual e, a partir desse ciclo, o modelo de dependências sempre é mais eficiente. No entanto, quando testados no limite máximo (i.e., todos os agentes da sociedade enviam uma oferta ou recebem propostas de coalizão), o modelo Redes de Contrato leva vantagem em relação ao modelo de dependências.

A conclusão de [?] é que, sempre que um agente tiver um bom mecanismo de raciocínio social, a longo prazo é mais vantajoso para ele formar coalizões baseado no modelo de dependências do que no modelo Redes de Contrato, se considerado o fluxo de comunicação global da sociedade.

5 O Sistema de Valores de Troca

O sistema de valores de troca proposto consiste de uma *álgebra de valores de troca*, que indica como esses valores devem ser representados e manipulados, de um *mecanismo de raciocínio social* baseado em valores de troca e de *estruturas* capazes de armazenar e manipular esses valores. A teoria de valores de troca que fundamenta a definição do sistema é a de Piaget [PIA 73], descrita no capítulo 3.

A justificativa dessa proposta é bastante simples: os valores, no sentido da teoria de Piaget, estão constantemente presentes no nosso dia-a-dia, guiando nossas avaliações, decisões e motivando nossas interações com outras pessoas. Usar a noção de valores visa, de certa forma, capturar essa característica das interações humanas para as trocas entre agentes inseridos em sociedades artificiais.

Piaget define outra função importante para os valores de troca: além de serem um meio para o processo de decisão, Piaget vê os valores de troca como uma ferramenta de regulação que garante a continuidade das interações sociais, na medida em que tais valores implicam compromissos morais e legais adquiridos pelos agentes durante suas interações. Acredita-se que este último papel dos valores de troca traz significados e motivações novos e complementares para o estudo da dinâmica das interações entre agentes artificiais, e por isso é capaz de melhorar a modelagem das interações e do mecanismo de raciocínio social destes agentes.

Dessa forma, a função do sistema de valores proposto é dar suporte às interações sociais em sociedades de agentes, na medida em que os valores de troca são vistos tanto como *elementos motivadores* das interações quanto como *elementos reguladores* responsáveis pelo equilíbrio e continuidade das trocas sociais. De acordo com nosso conhecimento, essa é a primeira tentativa de explorar tais idéias no contexto de interações sociais em sociedades artificiais.

Como motivação extra para o desenvolvimento de tal sistema, é compartilhada a opinião de Miceli e Castelfranchi em [MIC 2000], de que a representação explícita dos valores é um aspecto bastante relevante no estudo do planejamento, decisão e outras formas de interação social entre agentes. Logo, torna-se um componente importante no desenvolvimento de sistemas multiagente em geral.

É proposta, ainda, a integração do sistema de valores com modelos de interação existentes na literatura de sistemas multiagente, de modo a complementar suas funcionalidades com a adição de um raciocínio sobre valores de troca. Para isso, foram escolhidos dois modelos práticos de organização dinâmica - o *Redes de Contrato* [SMI 88] [WEI 99] e o *Coalizões baseadas em Dependências* [SIC 94] [DAV 2001]. A integração entre o sistema proposto e os modelos citados será descrita em detalhes no capítulo 6.

5.1 Representação, Armazenamento e Manipulação dos Valores de Troca

Seguindo a teoria de valores de Piaget, propõe-se que um agente deve guardar quatro tipos de valores: *renúncia* (r), *satisfação* (s), *reconhecimento* (t) e *valorização* (v).

Dessa forma, para cada interação da qual o agente (α) participa, ele armazena

um vetor de valores de troca associado com o outro agente envolvido na troca (α'), chamado vetor $V_{\alpha\alpha'}$.

Quando uma troca social qualquer acontece, os valores de troca armazenados pelos agentes envolvidos sofrem variações, ou seja, podem diminuir ou aumentar. Isso sugere a necessidade de uma álgebra de valores de troca, descrita a seguir.

Como os valores de troca têm natureza qualitativa, as operações sobre eles seguem a prática da área chamada raciocínio qualitativo [FOR 83].

Basicamente, utilizou-se um conjunto simplificado de valores inteiros para os valores de troca $\{.., -2, -1, 0, 1, 2, ..\}$ e definiu-se que cada variação positiva ou negativa sofrida por um valor de troca durante o processo de troca altera esse valor de um número de unidades inteiras, $+n$ ou $-n$, de acordo com algum critério avaliado segundo uma escala comum de valores.

Apesar da aparência quantitativa formal de tais representações, deve estar claro que elas serão usadas de maneira qualitativa, devido às restrições nas operações permitidas: sob nenhuma circunstância, a quantidade da diferença entre dois valores de troca ($x_1 - x_2$) deverá ser necessária no processo de tomada de decisão do agente, apenas as informações sobre suas magnitudes relativas ($x_1 > x_2, x_1 = x_2, x_1 < x_2$).

De acordo com a teoria das trocas de valores de Piaget, a variação dos valores de troca dos agentes envolvidos depende do tipo de valor e de quem executa ou recebe a ação. Logo, tem-se: Δr negativo para quem executa a ação e nulo para quem recebe a ação; Δs positivo para quem recebe a ação e nulo para quem executa a ação; Δt negativo para quem recebe a ação e nulo para quem executa a ação; Δv positivo para quem executa a ação e nul para quem recebe a ação.

Tendo em vista que a formalização de Piaget para essas variações é bastante obscura, procura-se aqui reescrever tais variações de forma simplificada na definição da álgebra de valores do sistema.

Considerando as duas etapas do processo de troca, uma representada pela implicação I e a outra pela implicação II da teoria das trocas de valores de Piaget, e dois agentes α e α' , em que α presta serviço para α' , é possível definir as formas gerais em que os valores de troca podem variar em cada etapa.

Assumiu-se que cada agente α tem um vetor $V_{\alpha\alpha'} = \{r; s; t; v\}$ representando o estado do seu conjunto de valores de troca associado às interações com o agente α' e, da mesma forma, cada agente α' tem um vetor $V_{\alpha'\alpha} = \{r; s; t; v\}$ associado às interações com α . Então, definiram-se $\Delta_I V_{\alpha\alpha'}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'}$ como os vetores representando as variações possíveis para os valores de troca de α quando interagindo com α' , e $\Delta_I V_{\alpha'\alpha}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha}$ como os vetores representando as variações possíveis para os valores de troca de α' quando interagindo com α . Com isso, é possível definir as formas gerais de variação dos valores de troca em cada etapa do processo de troca entre α e α' como:

Etapa I:

$$\Delta_I V_{\alpha\alpha'} = (\Delta r = -m_I; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +n_I)$$

$$\Delta_I V_{\alpha'\alpha} = (\Delta r = 0; \Delta s = +m'_I; \Delta t = -n'_I; \Delta v = 0)$$

Etapa II:

$$\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'} = (\Delta r = 0; \Delta s = +m_{II}; \Delta t = 0; \Delta v = -n_{II})$$

$$\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha} = (\Delta r = -m'_{II}; \Delta s = 0; \Delta t = +n'_{II}; \Delta v = 0)$$

Isso significa que, após a primeira etapa da troca social, o valor $\Delta_I V_{\alpha\alpha'}(\Delta v)$ representa o aumento do crédito $V_{\alpha\alpha'}(v)$ de α com α' , e o valor $\Delta_I V_{\alpha'\alpha}(\Delta t)$ representa o aumento da dívida $V_{\alpha'\alpha}(t)$ de α' com α . Da mesma forma, na segunda etapa da troca, quando α cobra o crédito adquirido, o valor $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'}(\Delta v)$ representa a diminuição do crédito $V_{\alpha\alpha'}(v)$ de α com α' , e o valor $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha}(\Delta t)$ representa a diminuição da dívida $V_{\alpha'\alpha}(t)$ de α' com α .

Logo, depois de cada estágio da interação, os vetores $V_{\alpha\alpha'}$ e $V_{\alpha'\alpha}$ devem ser atualizados com os valores correspondentes de $\Delta V_{\alpha\alpha'}$ e $\Delta V_{\alpha'\alpha}$.

Como pode ser observado na teoria de Piaget, o cálculo das variações dos valores supõe a existência de uma escala comum de valores entre os agentes envolvidos na troca. A definição dessa escala depende da aplicação e do domínio particulares aos quais o sistema de valores está sendo aplicado e, por isso, será tratada aqui como um elemento externo ao sistema. A “quantidade” de variação dos valores de troca depende da avaliação feita pelos agentes envolvidos quanto às ações executadas ou recebidas, baseada na escala comum de valores.

5.2 Estruturas de Informação Complementares

Como já implica o termo *social*, o mecanismo de raciocínio social do agente requer que ele tenha acesso a certas informações sobre a sociedade na qual está inserido e sobre os outros agentes que dela fazem parte. Tais informações podem estar na forma de representações explícitas armazenadas em algum lugar na sociedade (p.ex., *descrições externas*) ou nos próprios agentes, ou na forma de crenças adquiridas pelos agentes como resultado de sua atuação na sociedade. Para realizar o cálculo sobre valores de troca, cada agente do sistema deve ter acesso, pelo menos, às seguintes informações:

A composição da sociedade: os agentes, seus objetivos, planos e ações que são capazes de realizar. Se usarmos a descrição externa proposta por [SIC 94] para implementar essa estrutura, as informações serão armazenadas globalmente e poderão ser acessadas por todos os agentes da sociedade. Exemplo de descrição externa na tabela 5.1 [SIC 94].

TABELA 5.1 – Descrição externa.

Agente	Objetivo	Ações possíveis	Plano
α	g1	a1 a3	g1:= a1,a2.
α'	g2	a2	g2:= a2,a3.
α''	g3	a4	g3:= a4.

Com as informações da descrição externa, o agente pode calcular as relações de dependência entre ele e os demais agentes da sociedade. Apesar de ser uma estrutura bastante prática, simplifica de forma exagerada o problema do conhecimento global dos agentes e, por isso, pode comprometer a fidelidade da simulação em relação à situação real. Uma alternativa para o uso dessa estrutura é os agentes terem capacidade de aquisição dinâmica de conhecimento ao longo da execução do sistema.

- O vetor de variação dos valores de troca:** conjunto das variações dos valores de troca referentes à troca atual ($\Delta_I V_{\alpha\alpha'}$, $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'}$ e $\Delta_I V_{\alpha'\alpha}$, $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha}$).
- O estado de valores de troca:** conjunto dos valores de troca ($V_{\alpha\alpha'}$ e $V_{\alpha'\alpha}$) acumulados pelo agente ao longo das interações com outros agentes. Exemplo de estrutura de representação para o estado de valores do agente α na tabela 5.2.

TABELA 5.2 – Estado de valores de um agente α .

<i>Parceiro</i>	r	s	t	v
α'	$V_{\alpha\alpha'}(r)$	$V_{\alpha\alpha'}(s)$	$V_{\alpha\alpha'}(t)$	$V_{\alpha\alpha'}(v)$
α''	$V_{\alpha\alpha''}(r)$	$V_{\alpha\alpha''}(s)$	$V_{\alpha\alpha''}(t)$	$V_{\alpha\alpha''}(v)$

Com a informação sobre o estado de valores, os agentes podem identificar os créditos e dívidas adquiridos nas trocas com os demais agentes da sociedade. Visto que essas informações são acumulativas, o estado de valores de troca deve ser atualizado, depois de cada troca, com a informação contida no vetor de variação dos valores. Por exemplo, se o agente α adquiriu um crédito na primeira etapa da troca com o agente α' , o valor de $\Delta_I V_{\alpha\alpha'}(v)$ é positivo; logo, o valor atual de $V_{\alpha\alpha'}(v)$ aumenta. Se o agente α cobrou um crédito do agente α' na segunda etapa da troca, o valor de $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'}(v)$ é negativo; logo, o valor atual de $V_{\alpha\alpha'}(v)$ diminui.

Diz-se que o agente tem um *estado de valores positivo* quando ele possui mais créditos do que dívida; um *estado de valores negativo* quando possui mais dívidas do que créditos; um *estado de valores nulo* quando possui créditos e dívidas equivalentes ou nenhum crédito e nenhuma dívida.

- O histórico dos valores de troca:** cada entrada do histórico deve conter o instante de tempo em que a troca ocorreu, a ação executada ou recebida pelo agente, a identificação do outro agente envolvido na troca e o vetor de variação dos valores associado com a troca. Exemplo de histórico de valores para o agente α é mostrado na tabela 5.3.

TABELA 5.3 – Histórico de valores de um agente α .

Tempo	Parceiro	Ação	Δr	Δs	Δt	Δv
t1	α'	a1	$\Delta V_{\alpha\alpha'}(r)$	$\Delta V_{\alpha\alpha'}(s)$	$\Delta V_{\alpha\alpha'}(t)$	$\Delta V_{\alpha\alpha'}(v)$
t2	α''	a2	$\Delta V_{\alpha\alpha''}(r)$	$\Delta V_{\alpha\alpha''}(s)$	$\Delta V_{\alpha\alpha''}(t)$	$\Delta V_{\alpha\alpha''}(v)$

As informações do histórico permitem uma análise de longo prazo da dinâmica dos valores de troca durante a execução do sistema, visto que as informações atualizadas do estado de valores não mostram os créditos cobrados e dívidas pagas pelo agente em cada momento. Além disso, observando o histórico de valores de troca, o agente (ou um observador externo) pode deduzir, por exemplo, quais ações do conjunto de ações possíveis de um agente são mais valorizadas por outros agentes e em que período de tempo.

O conjunto de normas e acordos: é estabelecido durante o processo de troca pelos agentes envolvidos, para garantir a conservação dos valores de troca no tempo. Tem papel fundamental na caracterização do tipo de dinâmica de trocas que vai existir na sociedade.

As estratégias de troca: definem um conjunto de regras e critérios que levam em conta informações sobre os valores de troca e são usados pelo agente para auxiliar na escolha dos parceiros de interação e na elaboração das propostas de troca que resultem num próximo estado de valores desejado. Cada agente pode comportar-se de maneira diferente em relação à utilização das informações sobre valores¹. Esses comportamentos possíveis são representados na *estratégia de trocas* do agente. As estratégias devem conter, basicamente, as seguintes informações:

1. Quando o agente está ocioso²: oferecer ou não serviços para outros agentes. Se oferecer, definir quais os critérios de seleção e ordenação dos possíveis parceiros.

Exemplos de critérios de seleção:

- agentes com os quais possui dívida;
- agentes com os quais possui crédito;
- agentes que dependem dele;
- agentes dos quais depende;
- agentes com estado de valores positivo;
- agentes com estado de valores negativo.

Exemplos de critérios de ordenação do conjunto de parceiros selecionados:

- valor de dívida com o outro agente;
- valor de crédito com o outro agente.

Exemplos de associações possíveis:

- agentes com os quais possui valor de dívida: associar *proposta do tipo 5*. Com isso, o agente procura pagar sua dívida oferecendo uma ação para o outro;
- agentes dos quais depende: associar *proposta do tipo 5*. Com isso, o agente procura ganhar antecipadamente crédito com outro agente.

Ao oferecer um serviço o agente proponente tem a opção de especificar ou não esse serviço na proposta de troca. Se o serviço não for especificado, o agente receptor que aceitar a proposta deve especificar o serviço que deve ser prestado na mensagem de resposta. Se o agente preferir especificar a oferta, a escolha do

¹Por exemplo, ao observar que possui um estado de valores negativo, um agente pode preocupar-se em tomar a iniciativa de pagar suas dívidas, oferecendo serviços aos agentes com os quais está endividado. Diante da mesma situação, no entanto, outro agente pode não fazer questão de pagar suas dívidas e preferir esperar pela cobrança dos outros agentes.

²Entende-se que o agente no estado ocioso é aquele que já alcançou seu objetivo ou está impedido de realizá-lo no momento.

serviço oferecido pode ser feita com base no cálculo das dependências, ou seja, oferecer um serviço que o outro agente precise; ou com base no cálculo sobre valores, i.e, oferecer o serviço mais requisitado (com maior valor de renúncia acumulado em trocas anteriores) ou algum serviço que já foi prestado ao mesmo agente em trocas anteriores.

2. Quando o agente precisa de serviço: definir quais os critérios de seleção e ordenação dos possíveis parceiros.

Exemplos de critérios de seleção:

- agentes com os quais possui dívida;
- agentes com os quais possui crédito;
- agentes que dependem dele;
- agentes dos quais depende;
- agentes com estado de valores positivo;
- agentes com estado de valores negativo.

Exemplos de critérios de ordenação do conjunto de parceiros selecionados:

- valor de dívida com o outro agente;
- valor de crédito com o outro agente;
- valor de renúncia com o outro agente (identifica para quem prestou mais ou menos serviços).

Exemplos de associações possíveis:

- agentes com os quais possui valor de crédito: associar *proposta do tipo 3*. Com isso, o agente estará cobrando um crédito adquirido anteriormente em troca de uma ação.
- agentes que dependem dele: associar *proposta do tipo 1*. Se os agentes dependem um do outro, o proponente pode sugerir uma troca simultânea.

3. Supervalorização oferecida como vantagem no caso da proposta 4.

4. Normas associadas a cada tipo de proposta. Exemplos de normas simples:

- Norma 1: estabelece o *prazo* para pagamento da dívida adquirida em n ciclos de execução. A *punição* para o não-cumprimento da norma é a desvalorização do agente perante o agente proponente.
- Norma 2: estabelece o *prazo* para pagamento da dívida adquirida em n ciclos de execução. A *punição* para o não-cumprimento da norma é a desvalorização do agente perante toda a sociedade de agentes.

5. Análise da proposta recebida.

Exemplos de critérios de seleção:

- tipo de proposta;
- estado de valores.

Exemplos de critérios de ordenação:

- pelo tipo de proposta (e.g., tipo 3 > tipo 5 > tipo 2);
- pela urgência da mensagem;
- pelo custo do serviço.

5.3 Mecanismo de Raciocínio Social Baseado em Valores

Como já foi dito nos capítulos introdutórios, identificaram-se dois objetivos principais da utilização de valores de troca em sistemas multiagente: (i) a indução da continuidade das trocas sociais com auxílio de regras legais e normas morais que contribuem para o equilíbrio dos valores de troca na sociedade e (ii) a orientação do planejamento e do processo de decisão dos agentes com relação às interações, através das estratégias de valores.

Dessa forma, o mecanismo de raciocínio social aqui proposto é direcionado para dar suporte a esses objetivos. Ele opera em três etapas: antes, durante e depois da troca. O diagrama de estados de todo mecanismo de raciocínio é mostrado na figura 5.2.

Em razão da sua motivação e de seu estado de valores de troca, no raciocínio social *antes da troca*, o agente faz um cálculo sobre valores (figura 5.1) para escolher, com auxílio de um conjunto de estratégias: (i) os agentes e os tipos de propostas mais adequados para a troca (i.e, que resultem num próximo estado de valores desejado) e (ii) quais os agentes mais suscetíveis a aceitarem a proposta de troca. Por exemplo, se o próximo estado de valores desejado for positivo, então a próxima interação do agente deverá resultar em um estado de valores de troca positivo (i.e., quando o agente adquire créditos com outros agentes da sociedade ou paga alguma dívida) e interações que resultarão em um estado de valores de troca negativo (i.e., o agente adquire dívidas com outros agentes) deverão ser evitadas.



FIGURA 5.1 – Cálculo sobre valores.

Depois de elaboradas as propostas de troca, os agentes começam uma negociação para chegar a um acordo sobre as trocas de serviços e as normas de conservação de valores de troca. O agente que recebe a proposta deve usar o mesmo cálculo sobre valores de troca com auxílio das estratégias para analisar a proposta e decidir se aceita ou não a troca.

Após essa negociação inicial, o desfecho das propostas de troca pode ser uma mensagem de aceite ou uma recusa. Os agentes que não tiveram suas propostas

aceitas podem analisar a situação para revisar seus valores ou suas estratégias de elaboração de propostas e escolha de parceiros. No caso de um aceite, os dois agentes assumem um compromisso, e a troca acontece.

O mecanismo de raciocínio na etapa antes da troca é uma extensão do modelo cognitivo de raciocínio social proposto por Sichman, em [SIC 94], e David, em [DAV 2001], que adiciona ao mecanismo de raciocínio social original um cálculo sobre valores de troca. Esse mecanismo combinado foi ainda estendido para que pudesse trabalhar em conjunto não só com o modelo de dependências, mas também com o modelo Redes de Contrato, ambos já reconhecidos na literatura de sistemas multiagente. Como resultado, tem-se nessa fase um *mecanismo de raciocínio unificado* (figura 5.2) que pode ser mapeado para ambos os modelos, complementando suas funcionalidades com a adição de um cálculo sobre valores de troca (o mapeamento para os modelos citados é apresentado no capítulo 6).

A etapa *durante a troca* segue a seqüência de eventos estabelecida pelas etapas I e/ou II da teoria de valores de troca, dependendo do tipo de proposta que foi estabelecido antes da troca, e nela são calculadas as variações dos valores na troca atual.

Uma vez finalizada a troca, começa a etapa *depois da troca*, na qual o raciocínio social dos agentes envolvidos consiste em atualizar as estruturas de informação sobre valores – estado de valores e histórico de valores - com o resultado da troca, representado pelos vetores de variação dos valores de troca. Ainda nessa etapa, os agentes envolvidos na troca devem guardar em suas estruturas de dados os novos acordos ou normas, caso tenham sido estabelecidos na proposta de troca.

Foram definidos cinco tipos básicos de propostas de troca. São os seguintes:

tipo 1 - Requisitar um serviço em troca de outro, de realização imediata. Também chamada de “troca simultânea”. Aqui os agentes envolvidos na interação seguem a primeira e segunda etapas do processo de troca, de forma que os créditos e dívidas adquiridos pelos agentes envolvidos são anulados (compensados) ao final da segunda etapa, pois o ciclo da troca é completo.

tipo 2 - Requisitar um serviço em troca de crédito. Aqui os agentes envolvidos na interação seguem a primeira etapa do processo de troca. Depois da troca, o agente que requisitou o serviço adquire uma dívida, e o agente que prestou o serviço adquire um crédito que pode ser cobrado mais tarde. Nesse caso, os agentes devem estabelecer um acordo sobre as regras que garantirão a conservação dos valores de troca adquiridos.

tipo 3 - Requisitar um serviço em troca de um crédito adquirido previamente. Aqui os agentes envolvidos na interação seguem a segunda etapa do processo de troca. Nesse caso, o proponente cobra um crédito adquirido em uma troca anterior e espera receber em troca o serviço requisitado.

tipo 4 - Requisitar um serviço em troca de um crédito supervalorizado. Aqui os agentes envolvidos na interação seguem a primeira etapa do processo de troca. Nesse caso, ocorre a supervalorização do serviço prestado, que pode ser S vezes o valor normal. O objetivo de oferecer um crédito supervalorizado é aumentar o grau de persuasão da proposta. Isso pode ser necessário caso o proponente não tenha nenhuma ação para oferecer em troca do serviço requisitado. Da mesma

forma que na proposta do tipo 2, os agentes devem estabelecer um acordo sobre as regras que garantirão a conservação dos valores de troca adquiridos.

tipo 5 - Oferecer um serviço em troca de crédito. Aqui os agentes envolvidos na interação seguem a primeira etapa do processo de troca. Depois da troca, o agente que oferece o serviço adquire um crédito, e o agente que aceita a proposta (i.e., recebe o serviço oferecido) adquire uma dívida. Nesse caso, também, os agentes devem estabelecer um acordo sobre as regras que garantirão a conservação dos valores de troca adquiridos.

Nas seções seguintes, cada uma das etapas do mecanismo de raciocínio social será descrita mais detalhadamente.

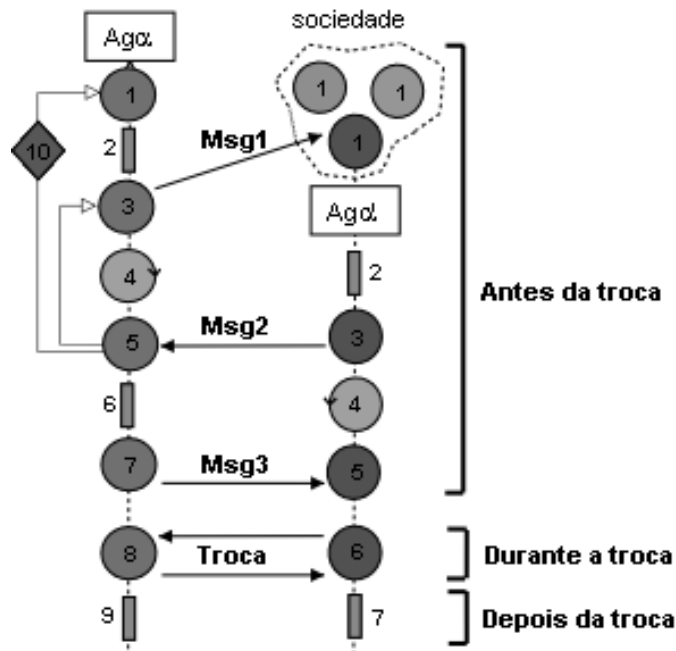


FIGURA 5.2 – Diagrama de estados do mecanismo de raciocínio social baseado em valores.

5.3.1 Antes da Troca

Um agente inserido em uma sociedade, com seus objetivos e capacidades, pode tomar a iniciativa da troca, ativando o mecanismo de raciocínio, por três motivos: (i) o agente não é capaz de realizar uma ação necessária para a execução do plano associado ao objetivo com o qual está engajado (i.e., seu plano não é independente); (ii) o agente é capaz de realizar a ação necessária para a execução do plano, mas prefere que outro agente a execute como um serviço (como aparece em [CAS 97] e [ALO 98]); (iii) o agente não precisa de nenhum serviço no momento e pretende ganhar crédito com outro agente oferecendo-lhe um serviço.

A primeira situação ocorre quando um agente qualquer α tem um objetivo $g1$, o qual pretende realizar com o plano P . Assumindo que existe alguma ação desse plano que α não é capaz de realizar, digamos $a1$, e que um ou mais agentes da sociedade são, consideramos α dependente desses agentes para executar o plano P e

alcançar o objetivo g_1 [CAS 91]. A saída para α é, então, requisitar que um desses agentes dos quais depende realize a ação a_1 como um serviço.

Na segunda situação, embora o agente não seja dependente de outros agentes para a realização do seu plano, ele também precisa descobrir quais desses são capazes de realizar a ação desejada para pedir a realização do serviço.

Nos dois casos, a intenção do agente proponente é que o destinatário aceite a proposta de troca e execute o serviço requisitado. A escolha do possível parceiro de troca é feita com base em um cálculo sobre valores. Nesse cálculo, o agente leva em conta o seu estado atual de valores e suas motivações para identificar, com auxílio de uma estratégia de valores de troca, os parceiros e os tipos de proposta que resultarão em um próximo estado de valores desejado.

Como trata-se aqui de *trocas* e sabe-se que os demais agentes também têm interesses próprios, as estratégias do agente devem identificar: (i) quais os parceiros mais suscetíveis a ajudá-lo, seja pela existência de alguma dívida ou de uma situação de dependência inversa (i.e., o possível parceiro também depende dele para realizar alguma ação); (ii) as táticas para aumentar o grau de persuasão das propostas (se oferecer algo em troca da ação requisitada, tem mais chance de obtê-la [SIC 2001]).

A terceira motivação, na qual o agente tem a intenção de ganhar créditos com outro agente, pode ter origem em algumas situações como: (i) o agente α observa que dependerá de outro agente α' no futuro para a realização de uma ação a_1 e decide então ganhar créditos com ele, oferecendo-lhe um serviço; (ii) o agente α está endividado com outro agente e pretende oferecer-lhe um serviço para pagar a dívida; (iii) o agente α pretende ganhar créditos com o maior número possível de agentes para manter um estado de valores positivo. Essas situações devem estar definidas na estratégia de valores dos agentes.

Quando o agente decide iniciar uma interação, todas as informações que ele pretende enviar para outro agente estão contidas em uma *proposta de troca*. Independente do tipo de motivação do agente para a troca, a aceitação da proposta depende muito do agente escolhido para a interação e do que é oferecido em troca (serviço ou crédito).

Os ciclos de raciocínio social do proponente e do receptor antes da troca, conforme mostra o diagrama da figura 5.2, são descritos abaixo.

Ciclo de Raciocínio do Proponente (Agente α)

A seqüência de passos de raciocínio que compõem o raciocínio social do proponente antes da troca, apresentada na figura 5.2, é como segue:

1. Identificação da motivação do agente para a troca.
2. *Primeiro cálculo sobre valores.* O cálculo sobre valores de um agente proponente genérico α , inserido em uma sociedade de agentes representada pelo conjunto S , segue os passos descritos abaixo.

Passo 1 Escolha dos possíveis parceiros para a interação.

A escolha dos possíveis parceiros depende da motivação do agente para iniciar a troca e dos critérios de seleção definidos na estratégia de valores do agente. Resulta em um conjunto de parceiros possíveis C_{pp_α} . Exemplos de critérios de seleção e conjuntos resultantes:

- agentes com os quais α possui dívida:

$$C_{pp\alpha} = \{\alpha^i \in S/V_{\alpha\alpha^i}(t) < 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(t)$ o valor da dívida acumulada por α com o agente α^i ao longo das interações.

- agentes com os quais α possui crédito:

$$C_{pp\alpha} = \{\alpha^i \in S/V_{\alpha\alpha^i}(v) > 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(v)$ o valor de crédito acumulado por α com o agente α^i ao longo das interações.

Passo 2 Escolha do tipo de proposta que será associada a cada parceiro selecionado e ordenação do conjunto de parceiros possíveis. A escolha do tipo de proposta depende da estratégia e da motivação do agente. Por exemplo, se a motivação do agente for ganhar crédito, ele deve enviar uma proposta para outro agente oferecendo-lhe um serviço (tipo 5); se a motivação do agente for requisitar um serviço, o agente pode enviar para outro agente um pedido de serviço (tipo 1, 2 e 4), ou uma cobrança de crédito (tipo 3), caso possua.

A ordenação do conjunto de parceiros possíveis se dá de acordo com os critérios de ordenação definidos na estratégia do agente. Ao final desse passo, o agente tem uma lista ordenada dos possíveis parceiros associados com o tipo de proposta que deve ser enviada.

Passo 3 Elaboração da proposta de troca. Para cada agente do conjunto de possíveis parceiros, é elaborada uma proposta de troca contendo as seguintes informações: (i) `tipo_de_proposta`; (ii) `tipo_de_serviço`; (iii) `normas_sugeridas`.

O campo `normas_sugeridas` só deverá ser utilizado para as propostas do tipo 2, 4 e 5. As normas que serão sugeridas devem estar definidas na estratégia de valores do agente e podem ser regras padrão estabelecidas formalmente para toda a sociedade ou acordos informais estabelecidos entre os dois agentes envolvidos. Elas devem estabelecer punições e prazos para o pagamento de dívida ou recebimento de crédito.

3. Envio da proposta de troca (Msg1). O agente proponente pode enviar a proposta de troca para apenas um agente do conjunto de parceiros possíveis (o primeiro da lista), ou para todos os agentes do conjunto, dependendo do modelo que está sendo mapeado para o mecanismo de raciocínio social baseado em valores do sistema de valores. De acordo com o modelo baseado em dependências, a proposta de troca deve ser enviada para apenas um agente; já o modelo *Contract Net* estabelece que o proponente deve enviar mais de uma proposta de troca, geralmente para todos os agentes da sociedade.
4. Espera pela mensagem de resposta. O agente proponente espera as mensagens de resposta por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou se recebeu alguma resposta, passa para o próximo estado. Novamente, a implementação desse estado depende do modelo que está sendo mapeado para o mecanismo de raciocínio social baseado em valores. Quando é usado o modelo

baseado em dependências, o agente recebe somente uma mensagem de retorno e, por isso, pode deixar esse estado quando uma resposta chegar. No entanto, quando é usado o modelo *contract net*, o agente provavelmente receberá mais de uma resposta. Logo, deve esperar até que um certo número de mensagens chegue.

5. Análise da situação: (i) se o agente proponente não receber qualquer resposta, ou receber apenas respostas negativas, e a lista de parceiros estiver vazia, então ele deverá revisar sua estratégia (passar para o estado 10) e iniciar novamente o processo de raciocínio; (ii) se o agente proponente não receber qualquer resposta, ou receber apenas respostas negativas, e a lista de parceiros não estiver vazia, então ele deverá retornar ao estado 3 e enviar para o próximo agente da lista de parceiros a proposta associada; (iii) se o agente proponente receber uma resposta negativa para uma requisição de cobrança de crédito (proposta do tipo 3), poderá executar a punição estabelecida na norma associada com a proposta que originou o crédito; em seguida, poderá voltar para o estado 3 e enviar uma proposta de troca para o próximo da lista ou voltar para o início do ciclo, caso a lista de parceiros esteja vazia; (iv) se o agente proponente receber uma ou mais respostas positivas, deverá passar para o próximo passo.

6. *Segundo cálculo sobre valores.* É feita a análise das normas e resulta no conjunto ordenado de parceiros preferenciais (Cpf_α). Segue os seguintes passos:

Passo 1 Análise das normas. Verificar se o agente receptor concordou com as normas sugeridas ou as modificou. Se o agente proponente não concordar com a norma que foi contraproposta pelo agente receptor na mensagem de resposta, deve retirá-lo do conjunto de parceiros preferenciais.

Passo 2 Ordenação do conjunto de parceiros preferenciais segundo os critérios de ordenação definidos na estratégia de valores.

7. Envio da confirmação da troca para o agente escolhido (Msg3). O agente escolhido será o primeiro do conjunto de parceiros preferenciais. Caso o conjunto esteja vazio (i.e., nenhum agente foi selecionado no segundo cálculo sobre valores), o agente proponente deve iniciar o raciocínio novamente.

8. A troca acontece. O mecanismo de raciocínio social passa para a etapa *durante a troca*.

10. Revisão das estratégias. Se o agente não recebeu qualquer resposta positiva para sua proposta de troca, ele deve fazer a revisão da sua estratégia e iniciar o raciocínio novamente.

Quando o modelo baseado em dependências é mapeado para o mecanismo de raciocínio social unificado do sistema de valores, o raciocínio social principal ocorre no estado 2 do protocolo, o primeiro cálculo sobre valores. Isso se deve ao fato de que, no modelo baseado em dependências, o agente deve raciocinar sobre seus possíveis parceiros de interação antes de enviar a proposta de coalizão. Nesse caso, o

segundo cálculo sobre valores se resume à análise das normas sugeridas na mensagem de resposta.

Por outro lado, quando o modelo Redes de Contrato é mapeado para o mecanismo de raciocínio unificado do sistema de valores, o raciocínio social principal ocorre no estado 6 do protocolo, o segundo cálculo sobre valores. A razão é que, de acordo com o modelo Redes de Contrato, o agente primeiramente envia propostas de coalizão para vários agentes, e a decisão sobre o parceiro de interação mais adequado é tomada depois que as respostas são recebidas. Nesse caso, o primeiro cálculo sobre valores se resume à elaboração das propostas de troca. Eventualmente, este estado também pode servir para uma pré-seleção dos possíveis parceiros.

Ciclo de Raciocínio do Receptor (Agente α')

Quando um agente recebe uma proposta de troca, ele deve usar o mesmo mecanismo de raciocínio social com auxílio das estratégias de valores para decidir se aceita ou não a proposta. Em outras palavras, o agente somente irá aceitar a proposta se a troca resultar em um próximo estado de valores desejado, de acordo com sua estratégia. A seqüência de passos de raciocínio que compõem o raciocínio social do receptor antes da troca, como mostra a figura 5.2, é descrita abaixo.

1. O agente está pronto para recepção de mensagens. Quando recebe uma mensagem (Msg1), ativa o mecanismo de raciocínio social e passa para o estado 2.
2. *Cálculo sobre valores de troca.* Resulta em um conjunto ordenado de parceiros potenciais ($Cpt_{\alpha'}$).

Passo 1 Seleção das propostas aceitáveis. Com o auxílio dos critérios de seleção definidos na estratégia de valores do agente. Os agentes e propostas selecionados formam um conjunto de parceiros potenciais.

Passo 2 Ordenação das propostas selecionadas e análise das normas. Se o agente receber mais de uma proposta, ele deve ordená-las, de acordo com os critérios de ordenação definidos na estratégia de valores, para decidir qual será analisada e/ou executada primeiro. Os critérios de ordenação podem ser, por exemplo, quanto ao tipo de proposta, quanto à urgência ou quanto ao estado de valores dos agentes proponentes. Se a proposta for uma oferta de serviço (proposta tipo 5), o agente deve analisar também a ação oferecida. Se essa ação não for necessária, ou não estiver especificada, ele pode propor outra ação para ser executada na mensagem de resposta. Ainda nesse passo, o agente deve analisar as normas sugeridas na proposta de troca. Se o agente não concordar com as normas sugeridas pelo proponente, pode contrapropor a adoção de normas diferentes na mensagem de resposta.

Passo 3 Elaboração da mensagem de resposta. O agente deve associar uma resposta positiva aos agentes no conjunto de parceiros potenciais e uma resposta negativa aos demais. A mensagem de resposta deve conter as seguintes informações:

- (i) resposta(sim/não/contraproposta);
- (ii) ação(aceita/contraproposta);
- (iii) normas(aceitas/contraproposta).

3. Envio da mensagem de resposta (Msg2). O agente deve enviar uma mensagem de resposta para o primeiro agente da lista de parceiros potenciais (i.e. que indica o agente cuja proposta de troca resultará num melhor estado de valores de troca) e uma mensagem de resposta negativa para cada um dos agentes fora do conjunto. Se nenhuma proposta for escolhida, ou seja, o conjunto de parceiros potenciais estiver vazio, o agente deve voltar para o estado inicial.
4. Espera pela confirmação da resposta (Msg3). O receptor espera pela confirmação da resposta por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou a confirmação foi recebida, passa para o próximo estado: estado 5.
5. Análise da situação: (i) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais estiver vazio, volta para o estado inicial; (ii) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais não estiver vazio, volta para o estado 3 e envia uma resposta positiva para o próximo da lista; (iii) se o agente receptor receber a mensagem de confirmação, o mecanismo de raciocínio social passa para a próxima etapa e o processo de troca começa.
6. A troca acontece. Mecanismo de raciocínio passa para a etapa *durante a troca*.

5.3.2 Durante a Troca

Essa etapa corresponde à execução propriamente dita das ações. A seqüência de eventos durante a troca depende do tipo de proposta resultante da negociação entre os agentes antes da troca e segue a ordem dos eventos estabelecida nas etapas I e/ou II da teoria das trocas de valores.

Na etapa durante a troca, o raciocínio social dos agentes envolvidos consiste em fazer o cálculo da variação dos valores de troca, representada pelos vetores $\Delta_I V_{\alpha\alpha'}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'}$, para o agente proponente (α), e $\Delta_I V_{\alpha'\alpha}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha}$, para o agente receptor (α').

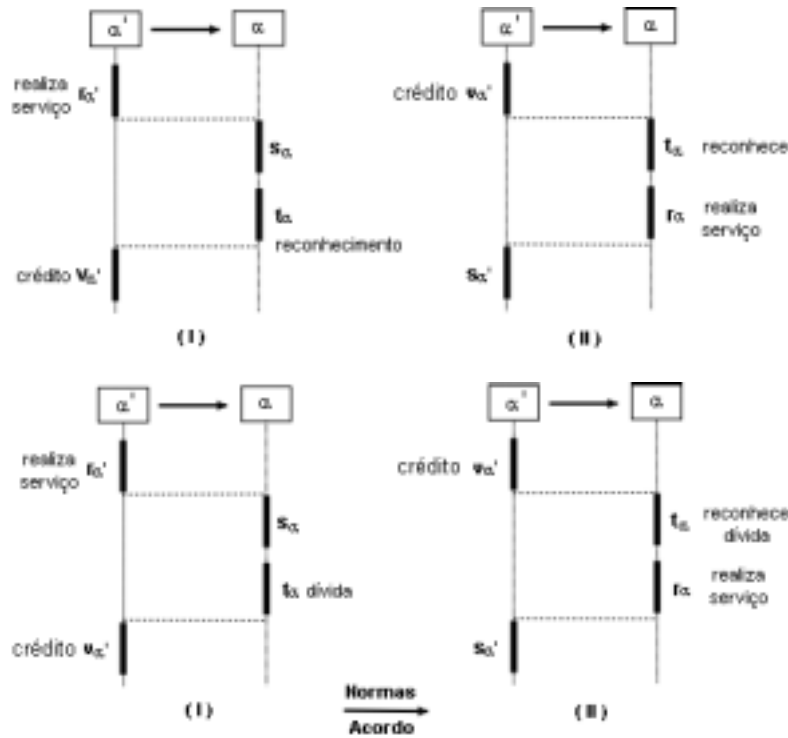
Como exposto na teoria de Piaget, as variações dos valores de troca podem ser positivas, negativas ou nulas, dependendo do tipo de valor de troca e de qual agente realiza ou recebe a ação. A “quantidade” de variação de cada valor depende da avaliação do agente para a ação executada ou recebida, baseada na escala comum de valores.

A seguir, serão mostrados a seqüência de eventos da troca para o tipo de proposta estabelecido e os conjuntos de variação dos valores de troca correspondentes para os agentes proponente e receptor.

- Seqüência de eventos para a proposta tipo 1:

De acordo com a teoria das trocas de valores, nessa situação, os vetores de variação dos valores de troca para α e α' nas etapas I e II da troca são:

- para o agente α : $\Delta_I V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_I; \Delta t = -n_I; \Delta v = 0\}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = -m_{II}; \Delta s = 0; \Delta t = +n_{II}; \Delta v = 0\}$;
- para o agente α' : $\Delta_I V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = -m_{I'}; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +n_{I'}\}$ e $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_{II'}; \Delta t = 0; \Delta v = -n_{II'}\}$.

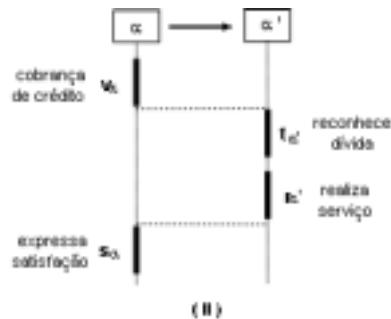


- Seqüência de eventos para a proposta tipo 2:

Nessa situação, a etapa II da troca não acontece imediatamente, é apenas idealizada segundo as normas ou acordos estabelecidos. Os vetores de variação dos valores de troca para os agentes envolvidos são:

- para o agente α : $\Delta_I V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_I; \Delta t = -n_I; \Delta v = 0\}$;
- para o agente α' : $\Delta_I V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = -m_I'; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +n_I'\}$.

- Seqüência de eventos para a proposta tipo 3:

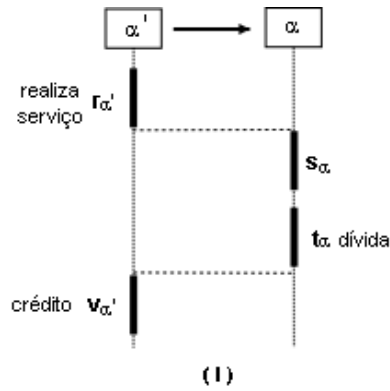


Nessa situação, os vetores de variação dos valores de troca para os agentes envolvidos são:

- para o agente α : $\Delta_{II} V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_{II}; \Delta t = 0; \Delta v = -n_{II}\}$;
- para o agente α' : $\Delta_{II} V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = -m'_{II}; \Delta s = 0; \Delta t = +n'_{II}; \Delta v = 0\}$.

- Seqüência de eventos para a proposta tipo 4:

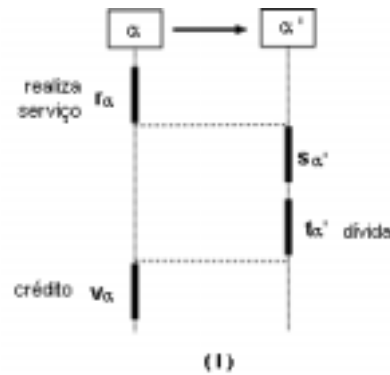
Nessa situação, os vetores de variação dos valores de troca para os agentes α e α' são:



- para o agente α : $\Delta_I V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_I; \Delta t = -n_I; \Delta v = 0\}$;
- para o agente α' : $\Delta_I V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = -m_I; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +n_I\}$.

Nesse caso, o agente α' recebe uma valorização S vezes maior do agente α . O valor de S está definido na estratégia do agente proponente (α).

- Seqüência de eventos para a proposta tipo 5:



Nessa situação, ao contrário das anteriores, é o agente α quem realiza a ação para α' . Os vetores de variação dos valores de troca para esses agentes são:

- para o agente α : $\Delta_I V_{\alpha\alpha'} = \{\Delta r = -m_I; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +n_I\}$;
- para o agente α' : $\Delta_I V_{\alpha'\alpha} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +m_I; \Delta t = -n_I; \Delta v = 0\}$.

5.3.3 Depois da Troca

Depois de realizada a troca e de computadas as variações dos valores de troca, o mecanismo de raciocínio social dos agentes envolvidos é encarregado da atualização das estruturas de valores de troca – o histórico de valores e o estado de valores – com o resultado da troca, representado pelos vetores de variação dos valores ($\Delta V_{\alpha\alpha'}$ e $\Delta V_{\alpha'\alpha}$).

Os agentes devem, também, guardar em suas estruturas de dados o conjunto de normas ou acordos estabelecidos antes da troca, para estar cientes dos seus direitos e deveres futuros.

5.4 Elementos especiais

Nesta seção, serão descritos elementos especiais do sistema de valores, os quais devem ser adaptados pelo projetista do sistema multiagente.

5.4.1 Normas

No sistema de valores de troca, as normas são usadas como mecanismo para auxiliar a conservação dos valores de troca no tempo. Elas devem estar vinculadas à proposta de troca e podem ser estabelecidas tanto pelo agente proponente quanto pelo agente que recebe a proposta. Com as normas estabelecidas numa troca, os agentes estão, de certa forma, comprometidos com trocas futuras, garantindo assim a continuidade das interações.

As normas estabelecidas podem ser de dois tipos: normas coletivas ou normas individuais ou acordos. As normas coletivas são aquelas que valem (são conhecidas) para toda a sociedade. As normas individuais ou acordos são conhecidos e estabelecidos apenas pelas duas partes envolvidas na troca.

Uma norma deve prever o *compromisso* de cada agente em relação à troca (e.g. prazo para o pagamento de uma dívida) e a *punição* para o caso de não-cumprimento.

No caso das normas coletivas, podem-se definir conjuntos de normas formalmente estabelecidas pela sociedade. Nesse caso, o agente poderia enviar nas mensagens, ao invés de várias normas, a referência para um desses conjuntos de normas.

Neste trabalho, dar-se-á mais enfoque às normas de ordem moral, uma vez que o sistema de valores captura, principalmente, os aspectos morais das interações e do comportamento dos agentes em sociedade. Normas de ordem jurídica também podem ser utilizadas no sistema de valores de troca para garantir a conservação dos valores de troca. Para mais informações sobre os aspectos legais das interações e das trocas sociais, ver [DIG 2000] [DIG 2002a].

5.4.2 Punição

Se um agente receber uma resposta negativa para uma cobrança de crédito e constatar que o prazo limite estabelecido na norma expirou, ele poderá executar a punição estabelecida na norma vinculada à proposta que deu origem ao crédito.

A punição (moral) sofrida pelo agente que não cumpriu com seu compromisso é normalmente a desvalorização do seu estado de valores perante o agente que cobrou a dívida ou perante toda a sociedade. A desvalorização moral coletiva ocorre pela diminuição do valor de crédito do agente infrator nas estruturas de valores – estado de valores e histórico – de todos os agentes da sociedade ou de uma classe (grupo) de agentes e do próprio agente infrator. A desvalorização moral individual ocorre pela diminuição do valor de crédito do agente infrator nas estruturas de valores – estado e histórico de valores – do agente que executou a punição e do próprio agente infrator.

A punição por desvalorização pode ser vista como uma punição moral, pois, se considerarmos que o estado de valores de um agente representa sua imagem (seu conceito) perante os outros agentes, a desvalorização do estado de valores é, conseqüentemente, a desvalorização da imagem do agente.

Outros tipos de punição podem ser aplicados além da punição moral. Por

exemplo, se o sistema atribuir aos agentes a posse de determinados recursos, a punição poderá ser de caráter jurídico, como por exemplo, a perda de um recurso.

5.4.3 Informação sobre os outros agentes

Um agente pode usar informações sobre os outros agentes membros da sociedade como critério para a escolha de parceiros. Por exemplo, um agente que está devendo para outros membros da sociedade pode não ser um bom parceiro para troca, pois indica a possibilidade do crédito adquirido não ser pago.

Informações como o estado de valores do outro agente, bem como ações que ele é capaz de realizar, podem estar disponíveis no sistema de várias formas. O modo de disponibilização (e.g., explicitamente em algum lugar da sociedade, no próprio agente ou na forma de crenças) e aquisição dessas informações (e.g, por percepção, comunicação ou inferência) deve ser definido pelo projetista do sistema.

5.4.4 Escala de Valores Quantitativa

A definição de uma escala de valores quantitativa depende da aplicação e do domínio nos quais o sistema de valores será utilizado. Uma idéia de como implementar a escala de valores é através de “critérios de avaliação”. Genericamente, teria-se dois critérios básicos de avaliação: *custo da ação* e *urgência do objetivo*, cada um classificado com um conjunto de parâmetros quantificados. Por exemplo, seria possível ter:

`custo_acao: menor_mercado(3), igual(1), maior(0.5)`

`urgencia_objetivo: nao(1), sim(2)`

A avaliação geral seria, então, a soma dos critérios. Tendo em vista esses critérios, a descrição externa dos agentes deve ser modificada para incluir estas informações, como mostra a tabela 5.4.

TABELA 5.4 – Descrição externa com informações sobre critérios de avaliação.

Agente	Obj:urg	Ação:custo	Plano
A	g1:nao	a1:120 a3:40	g1:= a1,a2.
B	g2:nao g3:nao	a2:50	g2:= a2,a3. g3:=a2,a4.
C	g3:sim	a4:100	g3:= a4,a2.

Dependendo do domínio, podem ser acrescentados critérios de avaliação diferentes.

Supondo que dois agentes C e B concordaram com uma proposta do tipo 1, na qual C requisita a ação a2 para realizar o objetivo g3, e considerando o valor de mercado de uma ação igual a 100, após a primeira etapa da troca, os conjuntos de valores de A e B assumiriam os seguintes valores, de acordo com os critérios de avaliação do exemplo:

avaliação de B para a2 e g3: $Av_B = 3(\text{custo}) \times 1(\text{urgencia})$

avaliação de C para a2 e g3: $Av_C = 3(\text{custo}) \times 2(\text{urgencia})$

logo,

$$V_{BC} = \{r = -3; s = 0; t = 0; v = +6\}$$

$$V_{CB} = \{r = 0; s = +6; t = -6; v = 0\}$$

Como pode-se observar, a avaliação das ações é feita pela multiplicação dos critérios. Dessa forma, é possível estabelecer proporções para cada um deles. Por exemplo, o custo baixo aumenta em 3 vezes a valorização, enquanto um custo igual ao do mercado mantém o valor no estado normal. Como o objetivo g3 era urgente para C, mas não para B, C supervalorizou a ação de B.

Vê-se, então, que esse tipo de avaliação permite modelar os desequilíbrios das trocas.

6 Integração do Sistema de Valores em Modelos Existentes

Este capítulo mostra como o Sistema de Valores pode ser usado em conjunto com modelos de interação existentes na literatura de sistemas multiagente, de forma a complementar suas funcionalidades. Para isso, foram escolhidos dois modelos práticos de organização dinâmica - o *Redes de Contrato* [SMI 88] [WEI 99] e o *Coalizões baseadas em Dependências* [SIC 94] [DAV 2001] -, descritos no capítulo 4.

A integração do Sistema de Valores nos modelos existentes é feita pelo mapeamento do mecanismo de raciocínio dos agentes em cada modelo para o mecanismo de raciocínio social unificado que compõe o Sistema de Valores.

A seqüência de passos de raciocínio dos três mecanismos é apresentada na figura 6.1. É interessante notar que o mecanismo de raciocínio unificado do sistema de valores combina os processos de raciocínio e comunicação dos dois modelos e, ao mesmo tempo, procura preservar as diferenças entre eles. Por exemplo, enquanto no modelo de Coalizões baseadas em Dependências o agente seleciona previamente o parceiro mais adequado, para o qual será enviada uma proposta de coalizão, no modelo de Redes de Contrato o agente envia várias mensagens de anúncio de tarefa para depois fazer a seleção do parceiro mais adequado, com base nas ofertas recebidas. Como consequência, quando os modelos são estendidos para trabalharem em conjunto com o Sistema de Valores, suas características individuais são mantidas.

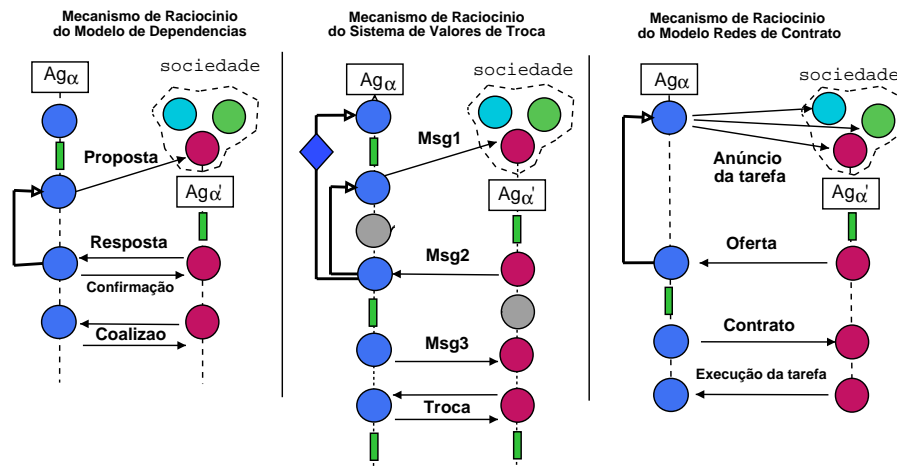


FIGURA 6.1 – Seqüência de Eventos para os Três Modelos.

Nas seções seguintes, serão apresentadas as extensões dos modelos Baseado em Dependência e Redes de Contrato, feitas através do mapeamento dos seus mecanismos de raciocínio para o mecanismo de raciocínio social unificado que compõe o Sistema de Valores. Serão identificadas e discutidas, ainda, algumas contribuições do Sistema de Valores de troca para cada um dos modelos apresentados.

6.1 Extensão do Modelo Baseado em Dependências

No trabalho de [DAV 2001], o mecanismo de geração e escolha de propostas e parceiros é baseado em dois tipos de racionalidade: orientada à utilidade e orientada à motivação. A primeira, leva em conta medidas quantitativas do custo da ação e força de dependência; a segunda, medidas qualitativas representadas pelo conceito de situação de dependência.

A extensão do Modelo de Dependências consiste em acrescentar ao mecanismo de raciocínio social original proposto por [SIC 94] e [DAV 2001] o raciocínio sobre valores, através do mapeamento para o mecanismo de raciocínio social unificado apresentado na etapa antes da troca (seção 5.3.1). Dessa forma, o raciocínio social do agente passa a levar em conta tanto as relações de dependência quanto os valores de troca.

De acordo com o mecanismo de raciocínio sobre dependências, um agente inserido em uma sociedade, com seus objetivos e capacidades, toma a iniciativa da troca quando identifica que precisa de um serviço, o qual não é capaz de realizar (i.e., depende de outro agente para executá-lo). Com a adição do raciocínio sobre valores, o agente que está inserido em uma sociedade passa a ter pelo menos dois motivos a mais para tomar a iniciativa da troca: (i) ele é capaz de realizar o serviço, mas prefere que outro agente o execute; (ii) ele não precisa de qualquer serviço no momento e pretende ganhar crédito com outro agente, oferecendo-lhe um serviço.

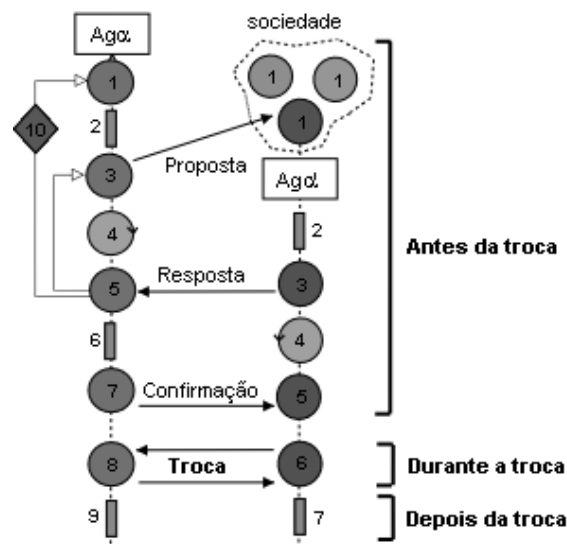


FIGURA 6.2 – Mapeamento do mecanismo de raciocínio social sobre dependências.

6.1.1 Antes da troca

Todas as informações que um agente pretende enviar para outro estão contidas em uma *proposta de troca*. Independente do tipo de motivação do agente para a troca, a aceitação da proposta depende muito do agente escolhido para a interação e do que é oferecido em troca (serviço ou crédito).

Para cada parceiro possível, pode ser enviada uma proposta diferente, dependendo dos valores envolvidos, das relações de dependência entre eles e da

estratégia do agente. Os tipos de proposta utilizados podem ser os mesmos tipos básicos definidos para o Sistema de Valores (seção 5.3 do capítulo 5).

Os ciclos de raciocínio social do agente proponente e do agente receptor após o mapeamento, conforme mostra o diagrama da figura 6.2, são descritos abaixo.

Ciclo de Raciocínio do Proponente (Agente α)

1. Identificação da motivação do agente para a troca.
2. *Primeiro cálculo sobre valores.* O raciocínio antes da troca de um agente proponente genérico α , inserido em uma sociedade de agentes representada pelo conjunto S , segue os passos descritos abaixo:

Passo 1 Escolha dos possíveis parceiros para a interação.

A escolha dos possíveis parceiros depende da motivação do agente para iniciar a troca e dos critérios de seleção definidos na sua estratégia. Resulta em um conjunto de parceiros possíveis $Cpp_{\alpha}(a_j)$ para cada ação a_j em relação à qual o agente depende de outros agentes para realizar o plano atual $P(g)$ para o objetivo g . Exemplos de critérios de seleção e conjuntos resultantes:

- agentes com os quais α possui dívida:

$$Cpp_{\alpha}(a_j) = \{\alpha^i \in S / V_{\alpha\alpha^i}(t) < 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(t)$ o valor da dívida acumulada por α com o agente α^i ao longo das interações.

- agentes com os quais α possui crédito:

$$Cpp_{\alpha}(a_j) = \{\alpha^i \in S / V_{\alpha\alpha^i}(v) > 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(v)$ o valor de crédito acumulado por α com o agente α^i ao longo das interações.

- agentes dos quais α depende para executar a ação a_j do plano $P_{\alpha}(g)$:

$$Cpp_{\alpha}(a_j) = \{\alpha^i \in S / a_j \in A(\alpha^i)\}$$

sendo $A(\alpha^i)$ o conjunto de ações do agente α^i .

Passo 2 Escolha do tipo de proposta que será associada a cada parceiro selecionado e ordenação do conjunto de parceiros possíveis. A escolha do tipo de proposta depende da estratégia e da motivação do agente. A ordenação do conjunto de parceiros possíveis se dá de acordo com os critérios de ordenação definidos na estratégia do agente.

Em [DAV 2001], algumas *situações de dependência* são consideradas mais apropriadas para coalizão e, por isso, podem ser usadas para ordenar o conjunto de possíveis parceiros, juntamente com a medida da *força de dependência* em relação aos outros agentes. Dessa forma, os critérios de ordenação definidos na estratégia do agente devem combinar tanto informações sobre valores de troca quanto informações sobre relações de dependência.

Ao final desse passo, o agente tem uma lista ordenada dos possíveis parceiros associados ao tipo de proposta que deve ser enviada.

Passo 3 (Opcional). Escolha da ação, plano e objetivo oferecidos. De acordo com o modelo cognitivo de [DAV 2001], o agente que propõe uma coalizão deve escolher uma ação, um plano e um objetivo para serem oferecidos ao agente receptor em troca da ação requisitada, como forma de aumentar o grau de persuasão da proposta. Tendo em vista que os valores de troca aumentam o grau de comprometimento entre os agentes e também são motivadores das trocas (não somente as ações oferecidas), esse passo é opcional para o raciocínio do agente.

- Escolha do conjunto de *objetivos oferecidos*: deve conter os objetivos que originam a maior situação de dependência de acordo com a ordem: $MBMD > (MBRD, LBMD) > UD$ [DAV 2001]. No caso de ser identificada uma dependência mútua, o objetivo oferecido é o mesmo com o qual o agente proponente está engajado. Essa situação é considerada pelos autores [SIC 94] e [DAV 2001] a mais apropriada para coalizões, pois identifica uma maior suscetibilidade por parte do outro agente e pode ser vista como um tipo de cooperação.
- Escolha do conjunto de *planos oferecidos*: parte do conjunto de objetivos oferecidos e dá preferência aos planos cuja situação de dependência seja mutuamente acreditada (MB).
- Escolha do conjunto das *ações oferecidas*: parte do conjunto de planos oferecidos e dá preferência às ações com maior força de dependência.

Mais detalhes sobre o processo de escolha dos objetivos, planos e ações oferecidos podem ser encontrados em [DAV 2001].

Passo 4 Elaboração da proposta de coalizão. Para cada agente da lista de parceiros possíveis é elaborada uma proposta de coalizão contendo as seguintes informações: (i) `tipo_de_proposta`; (ii) `tipo_de_serviço`; (iii) `serviços_oferecidos[acao,plano,objeto]`; (iv) `normas_sugeridas`.

O campo `normas_sugeridas` só deverá ser utilizado para as propostas do tipo 2, 4 e 5, e o campo `serviços_oferecidos` é opcional.

3. Envio da proposta de coalizão. O agente proponente envia ao primeiro agente da lista de parceiros possíveis a proposta de coalizão associada.
4. Espera pela mensagem de resposta. O agente proponente espera pela resposta por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou a mensagem foi recebida, passa para o próximo estado.
5. Análise da situação: (i) se o agente proponente não receber qualquer resposta, ou receber apenas respostas negativas, e a lista de parceiros estiver vazia, então ele deve revisar sua estratégia (passar para o estado 10) e iniciar novamente o processo de raciocínio; (ii) se o agente proponente não receber qualquer resposta, ou receber apenas respostas negativas, e a lista de parceiros não estiver vazia, então ele deve retornar para o estado 3 e enviar ao próximo agente da lista a proposta associada; (iii) se o agente proponente receber uma resposta negativa para uma requisição de cobrança de crédito (proposta do tipo 3), pode executar a punição estabelecida na norma associada com a proposta

que originou o crédito; em seguida, pode voltar para o estado 3 e enviar uma proposta de troca para o próximo da lista ou voltar para o início do ciclo, caso a lista de parceiros esteja vazia; (iv) se o agente proponente receber um aceite, deve passar para o próximo estado.

6. *Segundo cálculo sobre valores.* Como é enviada apenas uma proposta de coalizão, e, por isso, o agente proponente recebe somente uma mensagem de resposta, essa etapa se resume à análise das normas, caso tenham sido alteradas pelo agente receptor. O conjunto de parceiros preferenciais (Cpf_α) resultante terá apenas um agente, ou será vazio caso as normas alteradas sejam recusadas.
7. Envio da confirmação. Se as normas estiverem de acordo, o agente envia a confirmação para o agente receptor e a troca acontece (agente passa para o estado 8). Caso contrário, volta para o estado inicial.
8. A troca acontece. Raciocínio passa para a etapa durante a troca.
10. Revisão das estratégias. Se o agente não receber qualquer resposta positiva para sua proposta de coalizão, ele deve fazer a revisão da sua estratégia e iniciar o raciocínio novamente.

Quando o raciocínio social baseado em dependências é mapeado para o mecanismo de raciocínio unificado do Sistema de Valores, o raciocínio social principal do agente proponente ocorre no estado 2 do protocolo, o primeiro cálculo sobre valores. Isso se deve ao fato de que, no Modelo baseado em Dependências, o agente deve raciocinar sobre seus possíveis parceiros de interação antes de enviar a proposta de coalizão. Nesse caso, o segundo cálculo sobre valores se resume à análise das normas sugeridas na mensagem de resposta.

Ciclo de Raciocínio do Receptor (Agente α')

Quando um agente recebe uma proposta de coalizão, ele deve usar o mesmo mecanismo de raciocínio social sobre dependências e valores de troca, com auxílio das estratégias, para decidir se aceita ou não a proposta. Nesse caso, o raciocínio do agente receptor deve considerar não somente a ação, plano e objetivo oferecidos (i.e., as relações de dependência), mas também o cálculo sobre valores. A seqüência de passos de raciocínio do mecanismo de raciocínio social do receptor após o mapeamento, como mostra a figura 6.2, é descrita abaixo.

1. Agente está pronto para recepção de mensagens. Quando recebe uma ou mais propostas de troca, ativa o mecanismo de raciocínio social e passa para o estado 2.
2. *Cálculo sobre valores de troca.* Resulta em um conjunto ordenado de parceiros potenciais $Cpt_{\alpha'}$. Segue os passos descritos abaixo:

Passo 1 Seleção das propostas aceitáveis. Com o auxílio dos critérios de seleção definidos nas estratégias do agente. Os agentes e propostas selecionados formam um conjunto de parceiros potenciais.

Passo 2 Ordenação das propostas selecionadas. Se o agente receber mais de uma proposta, ele deve ordená-las, de acordo com os critérios de ordenação definidos na estratégia de valores, para decidir qual será analisada e/ou executada primeiro. Os critérios de ordenação podem ser, além do tipo de proposta e estado de valores dos agentes proponentes, a *situação de dependência* entre o agente receptor e o proponente e a medida da *força de dependência*.

No modelo cognitivo de [DAV 2001], não estão previstas contrapropostas para os objetivos, planos e ações oferecidas. No mecanismo de raciocínio unificado do Sistema de Valores, está prevista a contraproposta do serviço oferecido. A adição de novos campos para contraproposta do plano e objetivo é complementar ao mecanismo proposto.

Ainda nesse passo, o agente deve analisar as normas sugeridas na proposta de coalizão. Se o agente receptor não concordar com as normas sugeridas pelo proponente, pode contrapropor a adoção de normas diferentes na mensagem de resposta.

Passo 3 Elaboração da mensagem de resposta. O agente deve associar uma resposta positiva aos agentes no conjunto de parceiros potenciais e uma resposta negativa aos demais. A mensagem de resposta deve conter as seguintes informações:

- (i) resposta(sim/não/contraproposta);
- (ii)ação(aceita/contraproposta);
- (iii) normas(aceitas/contraproposta).

3. Envio da mensagem de resposta. O agente deve enviar uma mensagem de resposta para o primeiro agente da lista de parceiros potenciais (i.e. que indica o agente cuja proposta de coalizão é mais vantajosa) e uma mensagem de resposta negativa para cada um dos agentes fora do conjunto. Se nenhuma proposta for escolhida, ou seja, o conjunto de parceiros potenciais for vazio, o agente deve voltar para o estado inicial.
4. Espera pela confirmação da resposta. O receptor espera pela confirmação da resposta por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou a confirmação foi recebida, passa para o próximo estado: estado 5.
5. Análise da situação: (i) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais estiver vazio, volta para o estado inicial; (ii) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais não estiver vazio, volta para o estado 3 e envia uma resposta positiva para o próximo da lista; (iii) se o agente receptor receber a mensagem de confirmação, o processo de troca começa e o mecanismo de raciocínio social passa para a próxima etapa (estado 6).
6. A troca acontece. O mecanismo de raciocínio passa para a etapa *durante a troca*.

6.1.2 Estratégias

Quando o Modelo de Dependências é integrado com o Sistema de Valores, as estratégias de valores dos agentes devem levar em conta, além das informações

sobre os valores de troca, as medidas relativas às dependências sociais (e.g. situação de dependência, força de dependência, etc). Exemplos de estratégias:

Estratégia 1: Estado de valores sempre positivo.

1. Quando o agente está ocioso: oferecer ação para quem está devendo.
 - Critério de seleção dos parceiros: aqueles com os quais o agente possui dívida.
 - Critérios de ordenação: valor da dívida [maior→menor].
 - Associação: proposta do tipo 5.
 - Serviço oferecido: utiliza o cálculo sobre dependências para escolher qual serviço deve ser oferecido. A escolha pode ser complementada com as informações do estado de valores do agente, mais precisamente, sobre qual o serviço associado à troca com maior valor de renúncia (i.e. representa um serviço que já foi prestado para o outro agente).
 2. Quando o agente precisa de serviço.
 - Critério de seleção dos parceiros: aqueles dos quais o agente depende para realizar a ação.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito [maior→menor];
 - (b) situação de dependência: M, R e U.
 - Associações:
 - agentes com os quais possui valor de crédito: proposta tipo 3;
 - agentes com situação de dependência mútua: proposta tipo 1;
 - agentes com situação de dependência recíproca ou unilateral: proposta tipo 5.
- O agente deve dar preferência aos parceiros com os quais já possua valor de crédito ou à troca simultânea, possível no caso da existência de uma situação de dependência mútua. Se os possíveis parceiros não se encaixarem nas propostas 3 nem 1, então o agente deve tentar a proposta 5, isto é, ganhar crédito para depois cobrá-lo, de forma que não fique devendo.
- Esse agente não envia propostas dos tipos 2 nem 4, pois assim estaria adquirindo uma dívida com o outro agente.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
 4. Acordos e normas:
 - Norma 1: prazo para o pagamento da dívida de até 3 unidades de tempo; a punição é a desvalorização individual do agente.
 - Norma 2: prazo para o pagamento da dívida de até 5 unidades de tempo; a punição é a desvalorização individual do agente.

Para os tipos de proposta nas quais um serviço é requisitado, o agente deve sugerir a Norma 1, já que prefere não ficar por muito tempo com dívidas. Para os tipos de proposta em que o agente oferece um serviço, ele deve sugerir a Norma 2, já que não tem pressa para cobrar seus créditos.

5. Análise da proposta de troca:

- Critério de seleção: propostas dos tipos 3, 2 e 1;
- Critério de ordenação:
 - (a) tipo de proposta $3 > 2 > 1$;
 - (b) valor de dívida com o outro agente [maior→menor];

Com a estratégia de permanecer com o estado de valores sempre positivo, o agente deve dar preferência às propostas de cobrança de crédito (tipo 3) e, em seguida, às propostas que resultarão em ganho de crédito (tipo 2).

Estratégia 2: Acumular o máximo de créditos.

1. Quando o agente está ocioso: oferecer ação para ganhar crédito.

- Critério de seleção dos parceiros: aqueles que dependem dele para alguma ação.
- Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito [menor→maior];
 - (b) força de dependência [maior→menor].
- Associação: proposta tipo 5.
- Serviço oferecido: não especificado.

2. Quando o agente precisa de serviço.

- Critério de seleção dos parceiros: aqueles dos quais o agente depende para realizar a ação.
- Critérios de ordenação:
 - (a) situação de dependência: M;
 - (b) situação de dependência: R;
 - (c) valor de crédito [maior→menor];
 - (d) situação de dependência: U.
- Associações:
 - agentes dos quais depende com situação de dependência mútua: proposta tipo 1;
 - agentes dos quais depende com situação de dependência recíproca: proposta tipo 2;
 - agentes dos quais depende com situação de dependência unilateral: proposta tipo 5;
 - agentes com os quais possui valor de crédito: proposta tipo 3.

Quando precisa de serviço, o agente tenta primeiro a proposta do tipo 1, na qual não ganha nem perde créditos. A segunda opção é a proposta tipo 2, em que não perde crédito, mas adquire dívida. Caso não seja possível qualquer das situações, então cobra o serviço do agente com o qual tem maior valor de crédito.

Esse agente não envia proposta do tipo 4, pois assim estaria perdendo muito crédito com o outro agente.

3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).

4. Acordos e normas:

- Norma 1: prazo para o pagamento da dívida de até 5 unidades de tempo; a punição é a desvalorização individual do agente.

Como a estratégia do agente é acumular créditos, ele deve sugerir a Norma 1, com prazo limite longo, pois não se preocupa em ficar devendo e, ao mesmo tempo, prefere permanecer o maior tempo possível com os créditos adquiridos.

5. Análise da proposta de troca:

- Critério de seleção: propostas dos tipos 4, 2, 3 e 1;
- Critério de ordenação:
 - (a) tipo de proposta $4 > 2 > 3 > 1$;

Dar preferência à proposta do tipo 4, seguida da proposta tipo 2, expressa o interesse do agente em ganhar o maior número de créditos possível.

6.1.3 Contribuições do Sistema de Valores para o Modelo de Dependências

Segundo Castelfranchi em sua teoria sobre o poder social [CAS 90], quando se trata de interação entre agentes, existem duas questões a serem pensadas: (i) quais as motivações do agente para iniciar uma interação; (ii) como conseguir que o seu problema seja adotado pelo outro agente.

O autor argumenta que o modelo de dependência social tem a resposta para as duas questões. Primeiro, com a sociedade estruturada em redes de dependência, a motivação dos agentes para iniciar a interação é a dependência social. Segundo, um agente consegue ter seu objetivo adotado por outro agente através do poder social, conseqüência da dependência social.

Com isso, o Modelo baseado em Dependências consegue alcançar um maior realismo na abordagem das situações sociais, uma vez que os agentes são conscientes da sua posição na hierarquia social.

Quando esse modelo é integrado com o Sistema de Valores, é possível melhorar suas funcionalidades e sua abordagem social das interações. As principais contribuições observadas da integração do Modelo baseado em Dependências com o Sistema de Valores de troca proposto são descritas abaixo, através de uma análise comparativa das principais características de ambos.

Modelo baseado em Dependências :

- (a) o mecanismo de raciocínio social do agente provê motivações técnicas, ou razões práticas, para as interações. Só há iniciativa de interação se o agente observa uma relação de dependência com outro agente. O modelo não trata de um motivo social maior que poderia influenciar a decisão do agente sobre aceitar ou não uma troca ¹;
- (b) o processo de raciocínio social não é direcionado à continuidade das interações, uma vez que os agentes não assumem compromissos uns com os outros após as interações;
- (c) o raciocínio sobre dependências diminui o tráfego de mensagens no sistema, na medida em que identifica os agentes mais suscetíveis a aceitarem a proposta de coalizão.
- (d) as relações de poder social são vistas em função das ações práticas dos agentes. Logo, se as capacidades dos agentes não mudarem durante a simulação, essas relações permanecerão estáticas e não evoluirão com o resultado das interações.

Sistema de Valores de Troca :

- (a) o mecanismo de raciocínio sobre valores provê razões mais subjetivas para as interações, voltadas para a continuidade das mesmas. Os agentes tomam a iniciativa da interação mesmo quando não observam uma relação de dependência com outros agentes, pois levam em conta o seu estado de valores atual durante o processo de raciocínio social;
- (b) o processo de raciocínio social é direcionado para a continuidade das interações, uma vez que os créditos e dívidas adquiridos pelos agentes como resultado das trocas são vistos como compromissos sociais (persistentes);
- (c) o raciocínio sobre valores também contribui para diminuir o tráfego de mensagens no sistema, na medida em que as estratégias de valores dos agentes auxiliam o processo de seleção dos agentes mais adequados para a troca;
- (d) as relações de poder social podem ser vistas em função dos valores de troca. Logo, elas se tornam dinâmicas e podem modificar-se com o resultado das interações.

Combinando as duas abordagens, temos um equilíbrio entre motivações práticas e subjetivas para as interações dos agentes. Nota-se que o argumento apresentado em (a) pode contribuir para certas interações sociais (observadas em sociedades humanas) que não seriam possíveis no modelo original.

6.2 Extensão do Modelo Redes de Contrato

O Redes de Contrato é um modelo bastante reconhecido na literatura de sistemas multiagente. Ele é baseado na noção de mercado econômico, e seu principal objetivo é a alocação de tarefas entre agentes usando a noção de *negociação* [SMI 88].

¹Por exemplo, agentes pertencentes a um mesmo grupo poderiam decidir por uma troca mesmo sem identificar nenhuma relação de dependência, tendo em vista o sucesso do grupo como um todo.

Quando o modelo Redes de Contrato é mapeado para o mecanismo de raciocínio social unificado do Sistema de Valores (figura 6.3), o raciocínio social do agente leva em conta, além da análise do serviço requisitado/oferecido, o cálculo sobre valores de troca.

De acordo com o Redes de Contrato original, o agente toma a iniciativa da negociação (i.e., assume o papel de gerente/manager) quando precisa de alguma tarefa. Ao adicionarmos o raciocínio sobre valores de troca, o agente passa a ter dois motivos a mais para iniciar a negociação com os demais agentes da sociedade: (i) ele é capaz de realizar a tarefa, mas prefere que outro agente a execute; (ii) ele não precisa de qualquer tarefa, mas pretende ganhar créditos com os outros agentes, oferecendo-lhes um serviço.

Foram identificados três tipos básicos de propostas resultantes da integração do modelo Redes de Contrato e do Sistema de Valores. São os seguintes:

- **anúncio de tarefa** (task announcement). Faz parte do protocolo de Redes de Contrato original e deve ser enviada quando o agente deseja solicitar algum serviço. Caso o contrato seja estabelecido com essa mensagem, na etapa durante a troca será realizada somente a primeira etapa da troca de valores, na qual o agente proponente (gerente) adquire uma dívida e o agente receptor (contratado), um crédito. Para que os valores sejam utilizados corretamente, deve ser adicionado à mensagem original o campo de `normas_sugeridas`, que garantirá a conservação dos valores de troca adquiridos.
- **cobrança de tarefa** (task charge). Corresponde à proposta de troca do tipo 3 e deve ser acrescentada ao protocolo original para identificar uma cobrança de crédito. Caso o contrato seja estabelecido com essa mensagem, na etapa durante a troca será realizada a segunda etapa da troca de valores, na qual o agente receptor (contratado) realiza alguma tarefa como pagamento de um crédito adquirido previamente pelo agente proponente (gerente). A estrutura da mensagem é a mesma da mensagem de anúncio de tarefa, com exceção do campo `normas_sugeridas`.
- **oferta de serviço** (service offer). Corresponde à proposta de troca do tipo 5. Caso o contrato seja estabelecido com essa mensagem, na etapa durante a troca será realizada a primeira etapa da troca de valores, na qual o agente proponente (manager) adquire um crédito e o agente receptor (contratado), uma dívida. A estrutura da mensagem é a mesma da mensagem de anúncio de tarefa (com o campo `normas_sugeridas`), no entanto, a tarefa especificada é oferecida e não requisitada.

6.2.1 Antes da troca

O raciocínio social antes da troca, tanto do agente proponente quanto do receptor, consiste em escolher o agente e o tipo de proposta mais adequados para a troca.

No modelo Redes de Contrato original, após o envio das propostas de troca (i.e., dos anúncios de tarefa), a decisão sobre a melhor oferta se dá pela análise da utilidade da tarefa oferecida, ou seja, aquela que pareça mais eficiente e adequada segundo a especificação da tarefa. Quando mapeamos o modelo Redes de Contrato

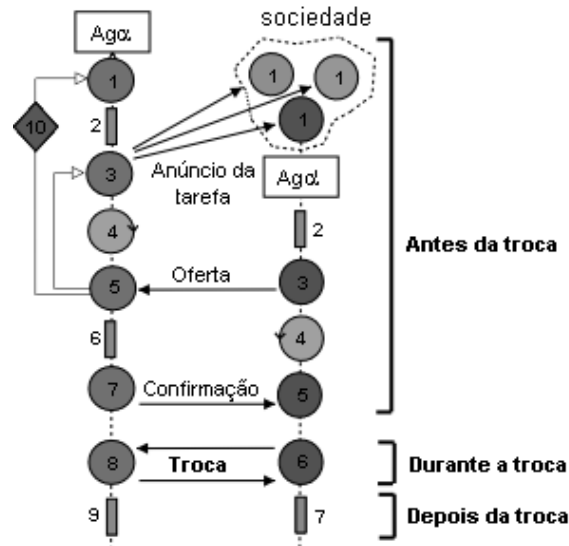


FIGURA 6.3 – Mapeamento do mecanismo de raciocínio do modelo Redes de Contrato.

para o mecanismo de raciocínio social sobre valores de troca, essa decisão passa a levar em conta também o cálculo sobre valores. Com isso, o mecanismo de decisão dos agentes proponentes (gerentes) preocupa-se não apenas com o ganho “quantitativo” da troca (i.e., em termos de eficiência e utilidade da tarefa recebida), mas principalmente com o compromisso social e moral resultante das trocas e expresso pelos valores de troca adquiridos.

Da mesma forma, no modelo Redes de Contrato original, o incentivo dos agentes receptores (contratados) para aceitarem os anúncios de tarefa é codificado no sistema (i.e., a decisão não vem da autonomia do agente). Quando integramos esse modelo com o Sistema de Valores, a motivação dos agentes em aceitar as propostas de troca passa a ser em função dos valores de troca, mais precisamente, dos compromissos sociais resultantes deles.

Os ciclos de raciocínio social do agente proponente (gerente) e do agente receptor (contratado) após o mapeamento, conforme mostra o diagrama da figura 6.3, são descritos abaixo.

Ciclo de Raciocínio do Proponente (Agente α)

1. Identificação da motivação do agente para a troca.
2. *Primeiro cálculo sobre valores.* O agente faz um cálculo sobre valores, levando em conta o seu estado de valores atual e suas estratégias para escolher para quem serão enviadas mensagens e de que tipo. O agente pode escolher enviar mensagens para todos os agentes da sociedade (broadcast), para um grupo de agentes (multicast) ou para um único agente (ponto-a-ponto). Segue os passos descritos abaixo:

Passo 1 Escolha dos possíveis parceiros para interação. Resulta em um conjunto de parceiros possíveis $C_{pp\alpha}$. No caso do envio de mensagem *broadcast*, o conjunto de parceiros possíveis contém todos os membros da sociedade de agentes. No caso do envio de mensagens *multicast* e

ponto-a-ponto, é necessário o auxílio dos critérios de seleção de parceiros definidos na estratégia de valores do agente. Exemplos de critérios de seleção e conjuntos resultantes:

- agentes com os quais α possui dívida:

$$C_{pp\alpha} = \{\alpha^i \in S / V_{\alpha\alpha^i}(t) < 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(t)$ o valor da dívida acumulada por α com o agente α^i ao longo das interações.

- agentes com os quais α possui crédito:

$$C_{pp\alpha} = \{\alpha^i \in S / V_{\alpha\alpha^i}(v) > 0\}$$

sendo $V_{\alpha\alpha^i}(v)$ o valor de crédito acumulado por α com o agente α^i ao longo das interações.

Passo 2 Escolha do tipo de proposta que será associada a cada parceiro selecionado e ordenação do conjunto de parceiros possíveis. A escolha do tipo de proposta depende da estratégia e da motivação do agente. Por exemplo, para os agentes com os quais possui crédito, pode enviar uma mensagem de cobrança de tarefa e, para os demais, uma mensagem de anúncio de tarefa.

Para que o raciocínio seja mais eficiente, a ordenação do conjunto de parceiros possíveis deve ser feita somente no segundo cálculo sobre valores, já que todos os agentes do conjunto receberão as propostas de troca, mas nem todos enviarão resposta.

Passo 3 Elaboração da proposta de troca. Para cada agente do conjunto de parceiros possíveis, é elaborada uma proposta de troca que contém, além das informações das mensagens do protocolo original, o campo `normas_sugeridas`.

3. Envio das propostas de troca. O agente proponente envia para todos os agentes do conjunto de parceiros possíveis a proposta de troca associada.
4. Espera as ofertas dos outros agentes. O agente espera pelas ofertas por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou foi recebido um certo número de mensagens de resposta, o raciocínio passa para o próximo estado.
5. Análise da situação: (i) se o agente não receber qualquer oferta, revisa as estratégias (passa para o estado 10) e inicia o raciocínio novamente; (ii) se o agente não receber qualquer oferta para uma mensagem de cobrança de tarefa e o prazo estabelecido na norma tiver expirado, ele pode executar a punição estabelecida na norma associada à proposta que originou o crédito; (iii) se o agente receber uma ou mais ofertas, passa para o próximo passo, o segundo cálculo sobre valores.
6. *Segundo cálculo sobre valores.* É feita a análise das normas e resulta no conjunto ordenado de parceiros preferenciais ($C_{pf\alpha}$). Segue os passos descritos abaixo:

Passo 1 Análise das normas. Verificar se o agente receptor concordou com as normas sugeridas ou as modificou. Se o agente proponente não concordar com a norma que foi contraproposta pelo agente receptor na mensagem de resposta, deve retirá-lo do conjunto de parceiros preferenciais.

Passo 2 Ordenação do conjunto de parceiros preferenciais segundo os critérios de ordenação definidos na estratégia de valores.

7. Envio da confirmação da troca para o agente escolhido. É enviada, ao primeiro agente da lista de parceiros preferenciais, uma mensagem de contrato. Caso o conjunto esteja vazio, o agente deve iniciar o raciocínio novamente.

8. A troca acontece. O mecanismo de raciocínio passa para a etapa *durante a troca*.

10. Revisão das estratégias. Se o agente não recebeu qualquer oferta para sua proposta de troca, ele deve fazer a revisão da sua estratégia e iniciar o raciocínio novamente.

Quando o mecanismo de raciocínio do modelo Redes de Contrato é mapeado para o mecanismo de raciocínio unificado do Sistema de Valores, o raciocínio social principal do agente proponente ocorre no estado 6 do protocolo, o segundo cálculo sobre valores. A razão é que, de acordo com o modelo Redes de Contrato, o agente primeiramente envia propostas de coalizão para vários agentes da sociedade, e a decisão sobre o parceiro de interação mais adequado é tomada depois que as respostas (ofertas) são recebidas. Nesse caso, o primeiro cálculo sobre valores se resume à elaboração das propostas de troca. Eventualmente, esse estado também pode servir para uma pré-seleção dos possíveis parceiros.

Ciclo de Raciocínio do Receptor (Agente α)

Quando o agente receptor (contratado) recebe uma proposta de troca, ele usa o mesmo mecanismo de raciocínio social unificado, com auxílio das estratégias de valores, para decidir se aceita ou não a proposta. Em outras palavras, o agente somente irá aceitar a proposta se a troca resultar em um próximo estado de valores desejado, de acordo com a estratégia do agente. A seqüência de passos de raciocínio do raciocínio social do receptor após o mapeamento, como mostra o diagrama da figura 6.3, é descrita abaixo:

1. O agente está pronto para recepção de mensagens. Quando recebe uma proposta de troca (e.g. anúncio, cobrança de tarefa ou oferta de serviço), ativa o mecanismo de raciocínio social e passa para o estado 2.
2. *Cálculo sobre valores*. Resulta em um conjunto ordenado de parceiros potenciais Cpt_{α} .

Passo 1 Seleção das propostas aceitáveis. O agente deve selecionar as propostas elegíveis, ou seja, as quais ele é capaz de realizar, e as que estão de acordo com os critérios de seleção definidos na estratégia. Os agentes e propostas selecionados formam o conjunto de parceiros potenciais.

Passo 2 Ordenação das propostas selecionadas. Se o agente receber mais de uma proposta, ele deve ordená-las, de acordo com os critérios de ordenação definidos na estratégia de valores, para decidir qual será analisada e/ou executada primeiro. Os critérios de ordenação podem ser, por exemplo, quanto ao tipo de proposta ou quanto ao estado de valores dos agentes proponentes. Se a proposta for uma oferta de serviço, o agente deve analisar, também, a ação oferecida. Se essa ação não for necessária, ele pode propor outra ação para ser executada na mensagem de resposta. Ainda nesse passo, o agente deve analisar as normas sugeridas na proposta de troca. Se o agente não concordar com as normas sugeridas pelo proponente, pode contrapor a adoção de normas diferentes na mensagem de resposta.

Passo 3 Elaboração da mensagem de resposta. O agente deve associar uma resposta positiva aos agentes no conjunto de parceiros potenciais e uma resposta negativa aos demais. A resposta deve conter, além das informações da mensagem de oferta do protocolo original, as seguintes:

- (i) resposta(sim/não/contraproposta);
- (ii) ação(aceita/contraproposta);
- (iii) normas(aceitas/contraproposta).

3. Envio da mensagem de resposta. O agente envia uma oferta para o primeiro agente da lista de parceiros potenciais e uma resposta negativa para cada um dos agentes fora do conjunto de parceiros potenciais. Se a lista estiver vazia, volta para o estado inicial.
4. Espera pela confirmação da oferta. O agente espera pela confirmação da resposta por tempo determinado. Se o tempo de espera acabou ou a confirmação foi recebida, passa para o próximo estado, estado 5.
5. Análise da situação: (i) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais estiver vazio, volta para o estado inicial; (ii) se o agente receptor não receber qualquer mensagem de confirmação e o conjunto de parceiros potenciais não estiver vazio, volta para o estado 3 e envia uma oferta para o próximo da lista; (iii) se o agente receptor receber a mensagem de confirmação, estabelece o contrato e o processo de troca começa - o mecanismo de raciocínio social passa para a próxima etapa.
6. A troca acontece. O mecanismo de raciocínio social passa para a etapa *durante a troca*: estado 9.

O protocolo de Redes de Contrato possibilita que os agentes receptores enviem ao agente proponente uma mensagem especificando o motivo de não fazerem uma oferta, que pode ser: está ocupado no momento, não é capaz de realizar a tarefa ou é capaz de realizar a tarefa mas não está interessado.

Essa informação pode ser importante, no caso da mensagem de cobrança de tarefa, para que a desvalorização (punição) não ocorra nas duas primeiras situações. Se essa possibilidade for adotada, sempre que o agente receptor não aceitar um anúncio de cobrança de tarefa deve responder o motivo da recusa do anúncio.

6.2.2 Estratégias

Quando o modelo Redes de Contrato é integrado com o Sistema de Valores, as estratégias de valores dos agentes devem levar em conta, além das informações sobre os valores de troca, as medidas relativas à utilidade e a elegibilidade dos serviços. Exemplos de estratégias:

Estratégia 1: Estado de valores sempre positivo.

1. Quando o agente está ocioso: oferecer serviço para quem está devendo.
 - Critérios de seleção:
 - agentes com os quais possui dívida;
 - agentes para os quais já prestou algum serviço (valor de renúncia);
 - todos os agentes (broadcast).
 - Critérios de ordenação:
 - valor de dívida com o outro agente [maior→menor].
 - Associação: proposta do tipo 5.
 - Serviço oferecido: escolhido com base no cálculo sobre valores, qual o serviço mais requisitado até o momento (i.e. com maior valor de renúncia acumulado em trocas anteriores).
2. Quando o agente precisa de serviço.
 - Critérios de seleção:
 - todos os agentes (broadcast);
 - somente para os agentes com os quais possui dívida;
 - somente para os agentes com os quais possui crédito;
 - somente para os agentes que já lhe prestaram algum serviço (valor de satisfação);
 - agentes com estado de valores positivo.
 - Critérios de ordenação do conjunto de parceiros selecionados:
 - valor de dívida com o outro agente [maior→menor];
 - valor de crédito com o outro agente [maior→menor];
 - valor de satisfação com o outro agente [maior→menor] (identifica quem lhe prestou mais serviços).
 - Associações:
 - agentes com os quais possui valor de dívida: associar *oferta de serviço*;
 - agentes com os quais possui valor de crédito: associar *cobrança de crédito*;
 - demais agentes: associar *anúncio de tarefa*.
3. Supervalorização oferecida como vantagem no caso da proposta 4: 0.
4. Normas associadas a cada tipo de proposta:

- Norma 1: prazo para o pagamento da dívida de até 3 unidades de tempo; a punição é a desvalorização individual do agente.
- Norma 2: prazo para o pagamento da dívida de até 5 unidades de tempo; a punição é a desvalorização individual do agente.

5. Análise da proposta recebida.

- Critérios de seleção:
 - tipo de proposta;
 - especificação da tarefa.
- Critérios de ordenação:
 - tipo de proposta (cobrança>anúncio>oferta);
 - estado de valores;
 - valor de dívida com o agente [maior→menor].

6.2.3 Contribuições do Sistema de Valores para o Modelo Redes de Contrato

Se considerarmos as questões colocadas por Castelfranchi (ver seção 6.1.3) sobre as interações entre agentes, observaremos que o modelo Redes de Contrato responde parcialmente a tais questões.

Primeiro, a motivação dos agentes para iniciar uma interação é a necessidade de realizar uma ação para alcançar um objetivo. Segundo, os agentes conseguem que suas propostas de troca sejam aceitas pela imposição, ou seja, os agentes são pré-programados para cooperar sempre. Tal comportamento nada se parece com o comportamento humano em sociedade e, por isso, o realismo na avaliação de situações sociais fica comprometido.

Quando o Redes de Contrato é integrado com o Sistema de Valores, é possível melhorar suas funcionalidades e sua abordagem social das interações. As principais contribuições observadas da integração do modelo Redes de Contrato com o Sistema de Valores de Troca proposto são descritas abaixo, através de uma análise comparativa das principais características de ambos.

Modelo Redes de Contrato :

- (a) o mecanismo de raciocínio dos agentes provê motivações técnicas para as interações. Os agentes só tomam a iniciativa da interação quando precisam de alguma tarefa para alcançar o objetivo atual;
- (b) a motivação para a cooperação na realização de uma tarefa é imposta pelo sistema. O agente não age por interesse próprio;
- (c) o processo de raciocínio social dos agentes não é direcionado à continuidade das interações, uma vez que os agentes não assumem compromissos uns com os outros após o estabelecimento do contrato e da realização da tarefa;
- (d) o mecanismo de raciocínio dos agentes gera muito tráfego de mensagens no sistema, principalmente com um número grande de agentes na sociedade, pois não faz praticamente qualquer filtragem de possíveis parceiros antes do envio dos anúncios de tarefa.

Sistema de Valores de troca :

- (a) o mecanismo de raciocínio sobre valores de troca provê razões mais subjetivas para as interações, voltadas para a continuidade das mesmas. Os agentes podem tomar a iniciativa da interação mesmo quando não precisam de qualquer serviço, pois levam em conta o seu estado de valores atual durante o processo de raciocínio social;
- (b) a motivação para a cooperação na realização de uma tarefa vem da análise do estado de valores de troca. O agente age por interesse próprio, pois leva em conta os compromissos sociais resultantes das trocas de valores e o seu estado de valores atual durante o processo de raciocínio social;
- (c) o processo de raciocínio social dos agentes é direcionado à continuidade das interações, uma vez que os créditos e dívidas adquiridos pelos agentes como resultado das trocas são vistos como compromissos sociais (persistentes);
- (d) o raciocínio sobre valores diminui o tráfego de mensagens no sistema, na medida em que as estratégias de valores dos agentes auxiliam o processo de seleção dos parceiros mais adequados (e suscetíveis) para a troca ².

Combinando as duas abordagens, temos um equilíbrio entre motivações práticas e subjetivas para as interações dos agentes. Além disso, o modelo Redes de Contrato ganha um elemento regulador e motivador (e otimizador) das interações que complementa o protocolo. Nota-se que o argumento apresentado em (a) pode contribuir para certas interações sociais (observadas em sociedades humanas) que não seriam possíveis no modelo original.

²Essa vantagem em relação ao modelo Redes de Contrato também é observada no trabalho de [SIC 94] referente ao mecanismo de raciocínio social sobre dependências.

7 Cenário

O objetivo deste capítulo é mostrar, através de um cenário, como o sistema de valores de troca pode ser usado na modelagem e simulação de situações reais.

Pretende-se mostrar, com esse cenário, que o sistema proposto, baseado na teoria das trocas de valores de Piaget, é capaz de modelar características subjetivas bastante relevantes das interações entre agentes e do raciocínio social, tornando a simulação mais rica e completa.

7.1 Descrição do Cenário

O cenário escolhido foi o *processo político de lobby através de contribuições para campanhas eleitorais*. Esse cenário foi escolhido por ser um exemplo claro do processo que envolve a troca de valores entre indivíduos de uma sociedade. A troca de valores ocorre em vista de serviços (ou ações) prestados entre os indivíduos e, no processo de lobby, esses serviços trocados podem ser tanto materiais (e.g., contribuições monetárias, presentes, votos) quanto subjetivos (e.g., promessas, lealdade, gestos de gratidão, etc). A modelagem do processo político de lobby se baseia no estudo de [KIR 2001], embora este último use uma abordagem diferente para a modelagem, onde o foco da análise é o resultado do processo e não o comportamento dos participantes observado durante o processo.

Para modelar o cenário, foram identificados três tipos de agentes: o *político*, o *lobista* e o *eleitor*. O contexto social no qual os três estão inseridos é uma eleição política, e cada um deles tem seus objetivos e interesses próprios em relação a decisões a serem tomadas, após as eleições, sobre alternativas de destinação de recursos do governo.

O *político* tem o objetivo de ganhar a eleição e, para isso, precisa de dinheiro para a campanha política e de votos dos eleitores. Cabe a ele escolher, depois de eleito, entre as várias alternativas para onde serão destinados os recursos do governo. O *lobista* representa um interesse particular (de grandes empresas, de outros partidos políticos, etc.) e seu objetivo é fazer com que o político adote seus interesses, após eleito, quando for decidir sobre o destino dos recursos. Para isso, ele pode oferecer ao político contribuições monetárias para a campanha eleitoral. Por fim, o *eleitor* tem o objetivo de escolher o político que melhor represente seus interesses e os da sua comunidade, na questão do destino dos recursos do governo. Para isso, ele pode escolher, através do voto, o político que vai ser eleito.

O cenário é caracterizado por duas situações distintas: antes da eleição (i.e., a situação de campanha política) e depois da eleição (i.e., a situação de ações do governo). Os objetivos e estratégias dos agentes para os dois momentos podem variar, resultando em comportamentos e estado de valores desejado diferentes.

7.1.1 Descrição dos agentes

Os três tipos de agentes podem ser descritos com mais detalhes, como segue.

- **Agente Político:** *tem o objetivo de ganhar a eleição e poder decidir sobre o destino dos recursos do governo.* Deve escolher entre as alternativas de

destinação de recursos, de modo que estas escolhas estejam de acordo com os interesses da população em geral (representada pelos agentes eleitores) e de grupos particulares (representados pelos agentes lobistas). Na modelagem do cenário, as possibilidades de escolha quanto à destinação de recursos serão representadas pelos interesses do agente. As características do agente político são descritas abaixo:

1. Serviços que necessita de outros agentes para alcançar seu objetivo: dinheiro para campanha eleitoral e votos dos eleitores.
2. Serviço que pode oferecer em troca: escolha de determinada alternativa para destinação de recurso, depois de eleito.
3. *Estados de valores desejados*: usualmente, negativo ou nulo antes da eleição e positivo depois do período de governo. Um estado de valores negativo ou nulo, antes da eleição, indica que o agente político recebeu alguns serviços (intenção de votos ou contribuições financeiras) de outros agentes, e se encontra devedor deles. Um estado de valores positivo depois das eleições indica que o político não somente pagou suas dívidas (adquiridas antes da eleição) com os agentes lobistas e eleitores, mas também ganhou créditos extras prestando serviços em benefício desses agentes. Essa situação é interessante depois da eleição, pois permite que o político cobre esses créditos ganhos dos agentes lobistas e eleitores em eleição futura, em troca de votos e contribuições para a campanha.
4. *Estratégias para alcançar os estados de valores desejado*: foram identificados dois tipos de estratégia para o agente político antes da eleição, uma *baseada em créditos* e outra *baseada em dívidas*. Tais estratégias procuram capturar as situações reais nas quais o político sustenta sua campanha: em realizações passadas que lhe renderam prestígio e reconhecimento de eleitores e lobistas (primeira estratégia), ou em promessas de grandes realizações em prol de todos (segunda estratégia). Para usar a primeira estratégia, o agente político deve ter um estado de valores inicial positivo (i.e., créditos com agentes eleitores e lobistas) e enviar preferencialmente propostas de troca do tipo 3. A segunda estratégia deve ser usada quando ele possui um estado de valores inicial negativo ou nulo (i.e., nenhum crédito com agentes eleitores e lobistas) e indica que o agente deve enviar propostas de troca do tipo 2. Questões quanto às estratégias:

- Preocupar-se em não se comprometer com interesses conflitantes (S/N)?
- Dar preferência aos interesses de agentes lobistas, eleitores ou aos que satisfaçam o maior número de agentes ?
- Conseguir o máximo de dinheiro para a campanha ou somente o necessário?

- **Agente Lobista**: representa os interesses de um grupo particular de pessoas (e.g. grandes empresas ou outros partidos políticos). *Tem o objetivo de conseguir a destinação de recursos do governo para alternativas de seu interesse*. Para isso, precisa influenciar o agente político quanto à escolha

das alternativas, oferecendo-lhe contribuições monetárias para a campanha política. As características do agente lobista são descritas abaixo:

1. Serviços que necessita de outros agentes para alcançar seu objetivo: decisão de agentes políticos no governo, sobre destinação de recursos para alternativas de seu interesse particular.
 2. Serviços que pode oferecer em troca: contribuição financeira para campanha.
 3. *Estados de valores desejados*: positivo antes da eleição e negativo ou nulo depois da eleição. Um estado de valores positivo antes da eleição indica que o agente lobista adquiriu créditos com agentes políticos dando-lhes em troca contribuições financeiras para a campanha. Essa situação é vantajosa para ele, pois os créditos adquiridos antes da eleição poderão ser cobrados do agente político eleito, mais tarde, em troca das decisões desejadas. Um estado de valores negativo ou nulo depois da eleição é interessante para o agente lobista, pois indica que ele não só conseguiu cobrar seus créditos com o agente político em troca da destinação de recursos para uma alternativa de seu interesse, como também foi beneficiado com serviços extras prestados pelo último, tornando-se devedor de apoio financeiro para uma eleição futura.
 4. *Estratégia para alcançar o estado de valores desejado*: influenciar os agentes políticos quanto às escolhas de destinação de recursos. Ele pode fazer isso de duas maneiras: (i) oferecendo-lhes contribuição monetária para a campanha eleitoral e/ou (ii) aceitando requisições de agentes políticos antes das eleições. As duas opções resultam em um estado positivo de valores. Depois da eleição, a estratégia do agente lobista é colocar em prática sua influência para conseguir as ações de seu interesse. Para isso, ele pode tanto requisitar serviços do agente político quanto aceitar ofertas de serviço desse agente. As duas opções resultam em um estado de valores negativo ou nulo. Questões quanto à estratégia:
 - Ao escolher os parceiros de interação, dar preferência ao agente político com mais chances de ser eleito. Essa situação pode ser capturada analisando o estado de valores dos agentes políticos e identificando aquele com mais intenções de voto (i.e. dívidas ($t < 0$) com agentes eleitores).
 - Oferecer contribuição ou aceitar requisições de serviços de agentes políticos com interesses conflitantes (S/N)?
- **Agente Eleitor**: *tem o objetivo de escolher o agente político cujas propostas melhor representam seus interesses e os da comunidade quanto à destinação de recursos do governo*. Para isso, ele deve observar as propostas e votar no político mais adequado. O agente eleitor compromete sua intenção de voto como um crédito aos agentes políticos que apresentam uma promessa de boas propostas de governo. As características do agente eleitor são descritas abaixo:
 1. Serviços que necessita de outros agentes: decisão dos agentes políticos sobre destinação de recursos do governo para alternativas de seu interesse e da comunidade.

2. O que pode oferecer em troca: o voto.
3. *Estados de valores desejados*: positivo antes da eleição e negativo ou nulo depois da eleição. Um estado de valores positivo antes da eleição indica que o agente eleitor adquiriu crédito com agentes políticos em troca de sua intenção de voto, e esse crédito poderá ser cobrado mais tarde do agente político eleito. Um estado de valores negativo ou nulo depois da eleição indica que o ele não só conseguiu cobrar seu crédito com o agente político em troca da destinação de recursos para uma alternativa desejada, em período de governo anterior, como também foi beneficiado com serviços extras prestados pelo último.
4. *Estratégia para alcançar os estados de valores desejados*: oferecer a intenção de voto em troca de crédito ou aceitar a requisição de um serviço do agente político (provavelmente o comprometimento com a intenção de voto) antes da eleição. Com isso, as trocas resultarão em um estado de valores positivo. Depois da eleição, o agente eleitor deve requisitar serviços para o agente político ou aceitar suas ofertas de serviço. As duas alternativas resultam em um estado de valores negativo ou nulo. Para escolher o agente político mais adequado para a troca, ele pode seguir dois caminhos: (i) analisar a compatibilidade de interesses entre os dois quanto às alternativas de destinação de recursos; (ii) adotar a opinião da maioria dos agentes eleitores, uma vez que não tem convicções próprias bem definidas. Questões quanto à primeira estratégia (análise de compatibilidade):
 - ao escolher o agente político em que votar, dar preferência ao agente político com interesses comuns e não conflitantes?
 - preferir os agentes políticos menos comprometidos com agentes lobistas que possuam interesses conflitantes. Essa situação pode ser capturada analisando o estado de valores dos políticos, identificando aqueles com menos dívidas ($t < 0$) com agentes lobistas que apresentam interesses conflitantes com os do agente eleitor?

As estratégias de valores dos agentes político, eleitor e lobista citadas acima são descritas em mais detalhes na seção 7.1.4.

Outros aspectos do comportamento dos agentes que podem ser capturados pela análise das informações sobre os valores e incorporados nas estratégias para auxiliar a escolha do parceiro mais indicado para a troca, além dos já mencionados nas descrições acima, são:

- a fidelidade do agente eleitor em relação a um agente político, obtida pela análise do histórico de valores de troca do primeiro.
- o comprometimento do político com agentes lobistas, obtido pela análise do histórico e estado dos valores de troca;
- o político com mais intenções de voto, informação obtida pela análise do seu estado de valores;
- os serviços que são mais requisitados ao agente político pelos agentes lobistas e eleitores, obtidos pela análise do histórico de valores de troca do primeiro.

Nota-se, com esses exemplos, que a modelagem dos processos de troca e de decisão dos agentes quanto à troca em função dos valores permite que esses processos abordem questões sociais mais subjetivas do comportamento dos agentes, como seu compromisso social e moral e sua imagem social (i.e., como eles são vistos pelos demais agentes em relação às ações e às trocas realizadas em sociedade).

7.1.2 A simulação

Para representar o interesse dos agentes quanto às alternativas possíveis de destinação de recursos do governo, adotou-se uma matriz na qual cada posição equivale a uma alternativa e é preenchida de acordo com o interesse do agente. As opções de preenchimento dessa matriz são: +1 indica que o agente apóia a destinação de recursos para essa alternativa; -1 indica que ele não apóia a destinação de recursos para essa alternativa; 0 indica uma posição neutra. Exemplo:

TABELA 7.1 – Tabela de alternativas

Alternativas	a1	a2	a3	a4
Político	0	+1	+1	-1
Lobista	-1	0	+1	+1
Eleitor	+1	+1	0	-1

Dessa forma, usando as informações da tabela acima, o agente político sabe que se escolher a alternativa $a2$ para destinação de recursos, será valorizado pelo agente eleitor, mas não pelo agente lobista, enquanto que, se escolher a alternativa $a3$, ocorrerá o contrário. A tabela mostra, também, que os agentes políticos, além de se comprometerem a realizar as vontades dos eleitores e dos lobistas, também podem ter opiniões próprias.

A simulação possui duas situações, uma antes das eleições e outra depois. A primeira situação corresponde ao período das campanhas políticas e acaba quando um agente político é eleito com maior número de votos. A segunda corresponde às ações do governo quanto à destinação de recursos. Essa diferenciação entre as duas situações fez-se necessária para que a troca completa dos valores pudesse ser visualizada (i.e., a aquisição e cobrança de créditos e dívidas).

A estratégia do agente político para ganhar a eleição é baseada em um cálculo das intenções de voto, que leva em conta as intenções individuais de voto e o valor das contribuições para a campanha:

$$\text{Intenção de Voto} = \text{Votos individuais} * \text{Peso}_1 + \text{Contribuições} * \text{Peso}_2$$

Para facilitar a descrição da simulação, assumiu-se um sistema síncrono no qual, em cada ciclo de execução, todos os agentes operam no mesmo instante de tempo ($t1, t2, \dots, tn$). Durante a simulação, o agente pode assumir quatro estados:

1. *pronto*, quando ele está pronto para iniciar o raciocínio;
2. *ativo*, quando ele está com o mecanismo de raciocínio ativado (em funcionamento);

3. *ocioso*, quando está impossibilitado de executar tarefas ou já alcançou seu objetivo;
4. *em espera*, no caso de espera por uma mensagem de confirmação ou de resposta.

Para representar a composição da sociedade, foi escolhida uma estrutura semelhante à descrição externa definida em [SIC 94] que contém, além das informações sobre objetivos, planos e ações, os interesses dos agentes quanto às alternativas de destinação de recursos (tabela 7.2).

TABELA 7.2 – Descrição externa do cenário.

Agente	Objetivo	Ação	Plano	Interesses			
				a1	a2	a3	a4
Político	Ganhar Eleição (GE)	a1,a2,a3,a4	GE:= CF;V.	0	+1	+1	-1
Lobista	Representação de interesses particulares (RIP)	Contribuição Financeira (CF)	RIP:= a3;a4.	-1	0	+20	+30
Eleitor	Representação de interesses da comunidade (RIC)	Voto (V)	RIC:= a1;a2.	+1	+1	0	-1

Na descrição do agente lobista, a classificação quanto aos interesses positivos (+1) pode ser somada com o valor da contribuição que ele está disposto a pagar ao agente político em troca da escolha da alternativa correspondente. Por motivos de controle da comparação de interesses, estabeleceu-se que a soma de todas as contribuições do agente lobista não devem ultrapassar o valor +50.

7.1.3 Normas

Como o objetivo do cenário é mostrar, principalmente, a influência dos valores de troca na modelagem da interação e do raciocínio dos agentes e, conseqüentemente, no comportamento social do mesmos, e não do sistema normativo em si, as normas definidas são bastante simples, mas com informações suficientes para garantir sua funcionalidade.

Dessa forma, definiu-se para esse cenário uma estrutura normativa (i.e. conjunto de regras legais e normas morais) com duas normas para garantir a conservação dos valores de troca. Por outro lado, tendo em vista que o sistema de valores aborda principalmente os aspectos morais das interações, foram definidas apenas normas de cunho moral:

Norma 1 . A dívida adquirida pelo agente deve ser paga no prazo de 5 ciclos após a cobrança da mesma. A punição para o não-cumprimento da norma é a desvalorização coletiva do agente (perante toda a sociedade ou um grupo de agentes).

Norma 2 . A dívida adquirida pelo agente deve ser paga no prazo de 5 ciclos após a cobrança da mesma. A punição para o não-cumprimento da norma é a desvalorização individual do agente (perante o agente do qual é devedor).

Seguindo a idéia da seção 5.4.2 (a punição no sistema de valores de troca), a desvalorização moral coletiva ocorre pela diminuição do valor de crédito do agente infrator nas estruturas de valores – estado de valores e histórico – de todos os agentes da sociedade ou de uma classe (grupo) de agentes e do próprio agente infrator.

Já a desvalorização moral individual ocorre pela diminuição do valor de crédito do agente infrator nas estruturas de valores – estado e histórico de valores – do agente que executou a punição e do próprio agente infrator.

7.1.4 Estratégias de Valores

As estratégias de valores dos agentes devem descrever como eles se comportam em relação à escolha de parceiros de interação e à manutenção do estado de valores desejado, nas situações antes e depois das eleições. Exemplos possíveis de estratégias para os agentes político, eleitor e lobista são descritas abaixo, detalhadamente:

- **Agente Político**

Estratégia 1: baseada em dívidas. Para usar esta estratégia, o agente político deve aceitar uma redução no seu estado de valores, que pode inclusive tornar-se nulo ou negativo.

Antes da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço.
2. Quando precisa de serviço.
 - Para contribuição financeira, critério de seleção: agentes lobistas.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito;
 - (b) número de interesses comuns;
 - (c) valor da contribuição.
 - Para voto, critério de seleção: agentes eleitores.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito;
 - (b) número de interesses comuns.
 - Associações:
 - (a) agentes com valor de crédito - proposta tipo 3;
 - (b) demais agentes - proposta tipo 2.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
4. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: propostas do tipo 5 de agentes eleitores e lobistas.
 - Critério de ordenação:

- (a) número de interesses comuns;
- (b) tipo de proposta 5 de agentes eleitores;
- (c) tipo de proposta 5 de agentes lobistas [valor da contribuição];
- (d) tipo de proposta 3 de agentes lobistas [valor da dívida];
- (e) tipo de proposta 3 de agentes eleitores.

Depois da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviços.

Com essa estratégia, o agente político não faz questão de pagar suas dívidas após a eleição, pois já alcançou seu objetivo. Prefere esperar as cobranças dos outros agentes.

2. Quando precisa de serviço. Depois da eleição, não precisa de qualquer serviço, pois já alcançou seu objetivo.
3. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
4. Análise da proposta de troca.

- Critério de seleção: propostas do tipo 3 de agentes lobistas e eleitores.
- Critério de ordenação:
 - (a) propostas do tipo 3 de agentes lobistas [valor da dívida];
 - (b) propostas do tipo 3 de agentes eleitores [número de interesses comuns].

Com essa estratégia, o agente político dá preferência às cobranças de créditos dos agentes lobistas e não se preocupa em oferecer serviços extras para os outros agentes.

Estratégia 2: baseada em créditos. Para usar essa estratégia, o agente político deve ter um estado de valores positivo.

Antes da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviços.
2. Quando precisa de serviço.

- Para contribuição financeira, critério de seleção: agentes lobistas com algum interesse comum quanto às alternativas de destinação de recursos.
- Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito;
 - (b) valor de dívida;
 - (c) valor da contribuição.
- Associações:
 - agentes com os quais possui valor de crédito - proposta tipo 3;
 - agentes com os quais possui valor de dívida - proposta tipo 2.

- Para voto, critério de seleção: agentes eleitores com algum interesse comum quanto às alternativas de destinação de recursos e valor de dívida maior ou igual a zero (indica aqueles que ainda não se comprometeram com sua intenção de voto).
 - Critérios de ordenação:
 - (a) valor de crédito;
 - (b) número de interesses em comum;
 - (c) fidelidade do agente eleitor.
 - Associações:
 - agentes com os quais possui valor de crédito - proposta tipo 3;
 - demais agentes - proposta tipo 2.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
 4. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
 5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: propostas do tipo 5 de agentes lobistas e eleitores com interesses comuns.
 - Critério de ordenação:
 - (a) propostas de agentes eleitores [número de interesses comuns];
 - (b) propostas de agentes lobistas [valor da contribuição].

Depois da Eleição

1. Quando está ocioso: oferecer serviço aos outros agentes.
 - Critério de seleção dos parceiros: agentes eleitores e agentes lobistas.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) agentes eleitores com valor de dívida [número de interesses comuns];
 - (b) agentes lobistas com valor de dívida [número de interesses comuns];
 - (c) agentes que dividam maior número de interesses comuns.
 - Associação: tipo da proposta 5.
 - Serviço oferecido: destinação de recursos para alternativa que satisfaça maior número de agentes.

Com essa estratégia, o agente político procura pagar suas dívidas após a eleição e, depois, oferecer serviços extras para alcançar um estado de valores positivo.

2. Quando precisa de serviço. Depois da eleição, não precisa de qualquer serviço, pois já alcançou seu objetivo.
3. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
4. Análise da proposta de troca.

- Critério de seleção: propostas dos tipos 3 e 2 de agentes lobistas e eleitores sem interesse conflitante.
- Critério de ordenação:
 - (a) agentes que dividam maior número de interesses comuns;
 - (b) propostas do tipo 3 de agentes eleitores [fidelidade do eleitor];
 - (c) propostas do tipo 3 de agentes lobistas [valor da contribuição feita];
 - (d) propostas do tipo 2 [número de interesses comuns].

Com essa estratégia, o agente político dá preferência às cobranças de créditos e, depois, às requisições de serviço para manter o estado positivo de valores.

- **Agente Eleitor**

Estratégia 1: Avaliar a compatibilidade de interesses.

Antes da Eleição

1. Quando está ocioso: oferecer serviço para o agente político.
 - Critério de seleção: agentes políticos com interesses comuns.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) número de interesses comuns e sem interesse conflitante;
 - (b) menor comprometimento com agentes lobistas.
 - Associação: proposta do tipo 5.
 - Serviço oferecido: intenção de voto.
2. Quando precisa de serviço. O agente eleitor só pode requisitar um serviço para o agente político eleito depois da eleição.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
4. Acordos e normas: Norma 1.
5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: propostas dos tipos 2 e 3 de agentes políticos com interesses comuns não conflitantes.
 - Critério de ordenação:
 - (a) proposta do tipo 3;
 - (b) proposta do tipo 2 [menor valor de dívida];
 - (c) número de interesses comuns;
 - (d) estado de valores em relação a agentes lobistas [positivo→negativo].

Depois da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço. Nessa situação, o agente já pode requisitar serviços.
2. Quando precisa de serviço.

- Critério de seleção: agente político eleito.
 - Associação:
 - valor de crédito - proposta tipo 3;
 - proposta tipo 2.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
 4. Acordos e normas: Norma 1.
 5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: proposta do tipo 5 do agente político eleito.

Estratégia 2: adotar a opinião da maioria.

Antes da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço.
2. Quando precisa de serviço. O agente eleitor só pode requisitar um serviço para o agente político eleito depois da eleição.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
4. Acordos e normas: Norma 1.
5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: propostas dos tipos 2 e 3 de agentes políticos.
 - Critério de ordenação:
 - (a) estado de valores negativo com agentes eleitores;
 - (b) proposta do tipo 3;
 - (c) proposta do tipo 2.

Depois da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço. Nessa situação, o agente já pode requisitar serviços.
2. Quando precisa de serviço.
 - Critério de seleção: agente político eleito.
 - Associação:
 - valor de crédito - proposta tipo 3;
 - proposta tipo 2.
3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).
4. Acordos e normas: Norma 1.
5. Análise da proposta de troca.
 - Critério de seleção: proposta tipo 5 do agente político eleito.

- **Agente Lobista**

Estratégia 1: influenciar o agente político através de contribuições financeiras para campanha.

Antes da Eleição

1. Quando está ocioso: oferecer serviço para o agente político.

- Critério de seleção: agentes políticos.
- Critérios de ordenação:
 - (a) estado de valores em relação aos agentes eleitores;
 - (b) valor da contribuição para interesse comum.
- Associação: proposta tipo 5.
- Serviço oferecido: contribuição financeira.

Com essa estratégia, o agente lobista dá preferência para o agente político com mais intenções de votos, ou seja, que apresente um estado de valores negativo com os agentes eleitores.

2. Quando precisa de serviço. O agente lobista só pode requisitar um serviço para o agente político eleito depois da eleição.

3. Supervalorização: 0 (não tem proposta do tipo 4).

4. Acordos e normas: Norma 2.

5. Análise da proposta de troca.

- Critério de seleção: propostas dos tipos 2 e 3 de agentes políticos.
- Critério de ordenação:
 - (a) propostas do tipo 2;
 - (b) propostas do tipo 3;
 - (c) estado de valores em relação aos agentes eleitores;
 - (d) valor da contribuição para interesse comum.

Depois da Eleição

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço.

2. Quando precisa de serviço.

- Critério de seleção: agente político eleito.
- Associações:
 - valor de crédito - proposta tipo 3;
 - proposta tipo 2;
 - proposta tipo 4.

3. Supervalorização: o dobro do valor da contribuição estipulada antes da eleição.

4. Acordos e normas: Norma 2.

5. Análise da proposta de troca.

- Critério de seleção: proposta do tipo 5 do agente político eleito.

7.1.5 Informação sobre outros Agentes

Por simplicidade, as informações quanto à composição da sociedade e interesses dos agentes serão disponibilizadas através de uma descrição externa, conforme mostrado na seção 7.1.2. As informações quanto ao estado de valores do agente político também devem ser visíveis aos demais agentes.

7.2 Experimentações

Para a simulação do cenário proposto, foi definida uma sociedade composta por cinco agentes eleitores (E1,...,E5), dois agentes políticos (P1 e P2) e dois agentes lobistas (L1 e L2). A descrição externa da composição da sociedade é mostrada na tabela 7.3.

TABELA 7.3 – Composição da Sociedade.

Ag	Obj	Ação	Plano	Interesses			
				a1	a2	a3	a4
P1	GE	a1,a2,a3,a4	GE:= CF;V.	+1	+1	-1	0
P2	GE	a1,a2,a3,a4	GE:= CF;V.	0	+1	+1	-1
L1	RIP	CF	RIP:= a1;a3.	+20	-1	+30	0
L2	RIP	CF	RIP:= a2;a3.	-1	+30	+20	0
E1	RIC	V	RIC:= a1;a4.	+1	0	-1	+1
E2	RIC	V	RIC:= a1;a2.	+1	+1	-1	0
E3	RIC	V	RIC:= a1;a3.	+1	0	+1	-1
E4	RIC	V	RIC:= a1;a4.	+1	0	-1	+1
E5	RIC	V	RIC:= a2;a4.	0	+1	-1	+1

Para cada agente, deve ser atribuída uma estratégia de valores, conforme as descrições da seção 7.1.4. Em cada experimentação, serão utilizadas combinações diferentes de estratégias de valores para que possam ser observadas as suas influências sobre o comportamento dos agentes em relação às interações.

Em cada experimentação, a simulação será descrita em ciclos, cada um com n instantes de tempo (t_1, t_2, \dots, t_n), sendo n igual ao número de agentes da sociedade. Em cada instante de tempo, um agente executará seu script. A ordem de execução foi estabelecida como: agentes políticos, agentes lobistas e agentes eleitores.

A execução começa na situação antes da eleição, que acabará quando o primeiro político conseguir o maior número de intenções de voto. Depois disso, é iniciada a situação de governo, na qual o agente político eleito pode tomar decisões quanto às alternativas de destinação de recursos.

O objetivo da simulação é demonstrar a dinâmica das estruturas de valores e do mecanismo de raciocínio baseado em valores associados à dinâmica das interações entre os agentes. E, principalmente, mostrar como o sistema de valores pode dar suporte à modelagem de características mais subjetivas do comportamento social dos agentes em relação às interações e proporcionar a regulação e continuidade das trocas sociais.

Para isso, são descritas quatro experimentações nas quais serão mostradas as partes mais relevantes da simulação e algumas conclusões quanto aos resultados

obtidos. A primeira experimentação está listada no formato passo-a-passo no anexo A.

7.2.1 Primeira experimentação

Para a primeira experimentação, a atribuição de estratégias é a seguinte: os agentes políticos P1 e P2 seguirão a estratégia 1; os agentes L1 e L2 adotarão a estratégia 1; os agentes eleitores E1, E2, E3 e E5 seguirão a estratégia 1; o agente E4 adotará a estratégia 2. Todos agentes começam no estado pronto.

No primeiro ciclo de execução, o mecanismo de raciocínio social do agente político P1 é ativado e segue os passos descritos abaixo:

Ciclo 1

t1 Agente P_1 . Objetivo atual: GE. Ação atual: *Contribuição*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio:

1. Motivação: precisa de serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - (a) Escolha de parceiros: L1 e L2;
 - (b) Associação e ordenação:
 - (1) L2 \rightarrow tipo 2 (valor da contribuição = 30 por a2);
 - (2) L1 \rightarrow tipo 2 (valor da contribuição = 20 por a1).Ambos não possuem crédito, e L2 tem valor maior de contribuição para um interesse comum.
 - (c) Elaboração da proposta: `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`
3. Envio da proposta: L2 \leftarrow proposta.
4. Espera resposta. (estado de espera).

Como resultado do raciocínio social, o agente político P1 escolhe o agente lobista L2 como parceiro mais adequado para a troca, segundo sua estratégia de valores.

Ao receber a proposta de troca, o raciocínio social do agente lobista L2 é ativado e segue os passos a seguir:

t4 Agente L_2 . Objetivo atual: RIP. Ação atual: *a2*.

Buffer de mensagens: P1 \rightarrow `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`

Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo sobre valores.
 - (a) Seleção: OK (proposta do tipo 2);
 - (b) Normas: OK;
 - (c) Ordenação:
 - (1) P1 \rightarrow `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`.
 - (d) Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_2)`.
2. Envio da resposta: P1 \leftarrow resposta.
3. Espera confirmação (estado de espera).

O agente lobista L2 aceita a proposta de troca de P1 e envia uma resposta positiva. Após receber a mensagem de resposta, o agente P1 envia a confirmação para o agente L2, e a troca acontece. A descrição do mecanismo de raciocínio dos agentes nas etapas durante a troca e depois da troca é apresentada abaixo.

t11 TROCA P1,L2. Segue a seqüência de passos da primeira etapa da troca de valores, na qual L2 executa a ação (contribuição de 30 pontos) e P1 recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca:

$$\Delta V_{L_2P_1} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\},$$

$$\Delta V_{P_1L_2} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t12 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores.

Histórico agente L2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t5	P1	contribuição=30	+1	0	-1	0

Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t5	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

Estado de valores agente L2

Parceiro	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

Estado de valores agente P1

Parceiro	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0

Com o resultado da troca, o agente político P1 adquiriu uma dívida com o agente lobista L2 ($\Delta V_{P_1L_2}(\Delta t)$), e o agente L2 adquiriu um crédito com o agente P1 ($\Delta V_{L_2P_1}(\Delta v)$).

No segundo ciclo de execução, os estados de valores dos agentes políticos já são diferentes, em função de suas estratégias. O agente P1 adquiriu uma dívida com o agente lobista L2 (em troca de contribuição financeira) e o agente político P2 adquiriu uma dívida com o agente eleitor E3 (em troca de uma intenção de voto):

Estado de valores de P1

Parceiro	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0

Estado de valores de P2

Parceiro	v	t	s	r
E3	0	-1	+1	0

O estado de valores dos agentes políticos é levado em conta nas estratégias de valores dos agentes lobistas e eleitores e, por isso, influencia seus comportamentos quanto à escolha de parceiros. Nas estratégias de valores dos agentes lobistas, essa influência representa a situação real em que os investimentos são feitos, preferencialmente no candidato com mais chances de ganhar a eleição. É o que ocorre durante o raciocínio do agente lobista L2, como descrito abaixo.

t17 L_2 . Objetivo: RIP. Ação: *a3*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - (a) Escolha de parceiros: P1,P2;
 - (b) Associação e ordenação:
 - (1) P2 \rightarrow tipo 5;
 - (2) P1 \rightarrow tipo 5.
O agente P2 tem estado de valores negativo em relação aos agentes eleitores e tem interesse comum com L2.
 - (c) Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)`.
3. Envio da proposta: P2 \leftarrow proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

Apesar dos agentes políticos adotarem a mesma estratégia, o agente P1 tem interesses quanto à destinação de recursos mais compatíveis com os interesses dos agentes eleitores. Isso faz com que os eleitores que adotam a estratégia 1 – que analisam a compatibilidade de interesses e escolhem o político mais adequado – escolham como parceiro de troca o agente P1 e enviem propostas de troca para ele. Essa situação aparece no ciclo 3 da simulação, no qual o mecanismo de raciocínio do agente P1 é como segue:

t23 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *Contribuições, Votos*.

Buffer de mensagens:

L1 \rightarrow `proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)`;

E1 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)` ;

E2 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`;

E5 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`;

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 5);
 - Normas: OK;
 - Ordenação:
 - (1) E2 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`;
 - (2) E1 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`;
 - (3) E5 \rightarrow `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`;
 - (4) L1 \rightarrow `proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)`;
 - Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_1)`.
2. Envio da resposta: E2 \leftarrow resposta.
3. Espera confirmação (estado de espera).

Ao receber quatro propostas de troca, o agente P1, com auxílio da sua estratégia de valores, escolhe o agente E2 como o mais adequado para troca, pois

possui maior número de interesses comuns entre os eleitores e nenhum conflito de interesses. Os outros agentes eleitores têm as mesmas características quantos aos critérios de ordenação e, por isso, seguem a ordem de recebimento da proposta. Já o agente L1 tem um interesse comum com o agente P1, mas também possui interesses conflitantes, por isso, é colocado em último lugar.

Ao final do quinto ciclo de execução, o agente P1 vence a fase da eleição com a intenção de voto de três agentes eleitores. Esse resultado deve-se, principalmente, ao fato de os interesses do agente P1 serem mais compatíveis com os da maioria dos agentes eleitores e, ao mesmo tempo, com alguns interesses de agentes lobistas, já que os dois agentes políticos adotaram a mesma estratégia de valores. Os estados de valores dos dois agentes políticos, ao final da eleição, são:

Estado de valores de P1					Estado de valores de P2				
Agente	v	t	s	r	Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0	E3	0	-1	+1	0
E2	0	-1	+1	0	L2	0	-1	+1	0
E1	0	-1	+1	0	L1	0	-1	+1	0
E5	0	-1	+1	0					

A descrição completa dos ciclos de execução da fase de campanha está no anexo A, e as estruturas de valores resultantes da primeira experimentação, no anexo B.

7.2.2 Segunda Experimentação

Na segunda experimentação, será mostrado o comportamento dos agentes na situação após a eleição. O agente político P1 foi eleito pela maioria dos agentes e deve fazer suas escolhas quanto às alternativas para destinação de recursos.

Assumindo-se que o agente político P1 esteja preocupado em fazer um bom governo, que atenda os interesses dos que o elegeram e da sociedade em geral, ele deve manter um estado positivo de valores. Esse comportamento pode ser representado pela seguinte estratégia de valores:

1. Quando está ocioso: oferecer serviço aos outros agentes.
 - Critérios de seleção: agentes eleitores e lobistas.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) agentes eleitores com valor de dívida;
 - (b) agentes lobistas com valor de dívida;
 - (c) agentes que dividam interesse comum.
 - Associação:
 - agentes com valor de dívida - proposta tipo 3;
 - demais agentes - proposta tipo 5.
 - Serviço oferecido: serviço que satisfaça o maior número de agentes.
2. Quando precisa de serviço. Depois da eleição, já alcançou seu objetivo.
3. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
4. Análise da proposta de troca.

- Critérios de seleção: propostas dos tipos 3 e 2 sem interesse conflitante.
- Critérios de ordenação:
 - (a) agentes que dividam interesse comum;
 - (b) propostas tipo 3 de agentes eleitores [fidelidade do eleitor];
 - (c) propostas tipo 3 de agentes lobistas [valor da contribuição feita];
 - (d) propostas do tipo 2 [número de interesses comuns].

De acordo com essa estratégia, o agente P1 procura pagar suas dívidas após a eleição e, depois, oferecer serviços extras para agentes lobistas e eleitores, a fim de alcançar um estado de valores positivo. Além disso, ao fazer a análise das propostas recebidas, dá preferência às cobranças de crédito e, depois, às requisições de serviço, que resultarão em ganho de créditos.

É esperado que, depois da eleição, todos os agentes tomem a iniciativa de cobrar seus créditos adquiridos durante o período de campanha em troca dos serviços prestados, sejam contribuições financeiras ou intenções de voto, de forma a completar o ciclo da troca – serviços são prestados e serviços são recebidos.

Dessa forma, considerando a estratégia de valores descrita acima, os estados de valores resultantes da fase antes da eleição (anexo B) e os interesses de cada agente, o ciclo de raciocínio do agente eleito P1 é como segue.

t60 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *realizadas*.

Buffer de mensagens:

L2→proposta(tipo_3,a2,norma_2);

E2→proposta(tipo_3,a2,norma_1);

E1→proposta(tipo_3,a1,norma_1);

E5→proposta(tipo_3,a2,norma_1).

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.

(a) Seleção: OK (propostas do tipo 3);

(b) Normas: OK;

(c) Ordenação:

(1) E2→proposta(tipo_3,a2,norma_1) ;

(2) E5→proposta(tipo_3,a2,norma_1) ;

(3) L2→proposta(tipo_3,a2,norma_2) ;

(4) E1→proposta(tipo_3,a1,norma_1) .

(d) Elaboração da resposta: resposta1(sim,norma_1)
resposta2(sim,norma_2).

2. Envio da resposta:

E2,E5 → resposta1;

L2 → resposta2.

3. Espera confirmação.

O agente P1 recebeu quatro requisições de cobrança de crédito (tipo 3) e como resultado do processo de raciocínio, ele escolheu os agentes com maior número de interesses em comum para parceiros de troca: E2, E5 e L2. Nesse caso, esses agentes

formam um grupo (G_{a2}), pois serão beneficiados pela mesma ação (a2). Nota-se que o agente E1 não recebe resposta negativa e, por isso, sua proposta será analisada novamente no próximo ciclo.

Depois que a confirmação for recebida por P1, a troca acontece entre ele e o grupo G_{a2} . A descrição das etapas durante e depois da troca, do mecanismo de raciocínio dos agentes envolvidos é mostrada a seguir.

t68 TROCA P1, (E2, E5, L2). Segue a seqüência de passos da segunda etapa da troca de valores, na qual P1 executa o serviço (destinação de recursos para a2) e E2, E5 e L2 recebem o serviço. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca. Considerando que a ação a2 foi avaliada da mesma forma, segundo uma mesma escala de valores, por todos os agentes, tem-se:

$$\Delta V_{E_2 P_1} = \Delta V_{E_5 P_1} = \Delta V_{L_2 P_1} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = 0; \Delta v = -1\},$$

$$\Delta V_{P_1 E_2} = \Delta V_{P_1 E_5} = \Delta V_{P_1 L_2} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = +1; \Delta v = 0\}.$$

t69 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

- Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intenção de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intenção de voto	0	-1	0	+1
t58	E5	intenção de voto	0	-1	0	+1
t68	E2	a2	0	+1	-1	0
t68	E5	a2	0	+1	-1	0
t68	L2	a2	0	+1	-1	0

- Histórico agente E2 (mesma variação para E5 e L2)

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t31	P1	intenção de voto	+1	0	-1	0
t68	P1	a2	-1	0	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente P1:

Antes					Depois				
Agente	v	t	s	r	Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0	L2	0	0	+1	-1
E2	0	-1	+1	0	E2	0	0	+1	-1
E1	0	-1	+1	0	E1	0	-1	+1	0
E5	0	-1	+1	0	E5	0	0	+1	-1

- Estado de valores agente E2 (mesma variação para E5 e L2):

Antes					Depois				
Agente	v	t	s	r	Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1	P1	0	0	+1	-1

Após a troca, o ciclo da troca entre os agentes P1, E2, E5 e L2 está completa: ambos foram beneficiados por algum serviço e prestaram outro serviço em troca do benefício adquirido.

Nota-se que, ao pagar suas dívidas com os demais agentes, o agente eleito P1 passou de um estado de valores negativo para um estado de valores nulo. Se continuar seguindo sua estratégia, ele conseguirá alcançar um estado de valores positivo.

O fato de acumular créditos com os demais agentes da sociedade através da prestação de serviços no período de governo ou durante ao assumir outro cargo político qualquer, permite que o agente político P1 adote uma estratégia baseada em créditos em eleições futuras, pois adquiriu e manteve um estado positivo de valores.

O compromisso social presente nos valores de troca assegurado pela estrutura normativa facilita, de certa forma, a reeleição do agente que adota a estratégia baseada em créditos, na medida em que ele tem o direito “moral” de cobrar dos demais agentes os créditos adquiridos com a prestação de serviços.

Pode-se observar que essa experimentação reproduz com muita fidelidade o que ocorre nas relações sociais humanas: a troca de favores. Nota-se, ainda, que os créditos e dívidas adquiridos e assegurados pelas normas morais garantiram a continuidade das interações, na medida em que representaram perspectivas para trocas futuras.

Fazendo uma análise mais subjetiva, é possível interpretar o fato de o agente político conservar seu estado de valores positivo como a manutenção e a preocupação com a *imagem social*.

7.2.3 Terceira Experimentação

Na terceira experimentação, é mostrado o comportamento do agente político P1 na situação após a eleição ao adotar uma estratégia de valores diferente da segunda experimentação. Supõe-se que o agente eleito P1 não esteja preocupado em prestar contas aos seus eleitores, mas sim em atender a interesses particulares. Esse comportamento pode ser representado pela seguinte estratégia de valores:

1. Quando está ocioso: não oferecer serviço aos outros agentes.
2. Quando precisa de serviço. Depois da eleição, já alcançou seu objetivo.
3. Acordos e normas: agentes eleitores, Norma 1; agentes lobistas, Norma 2.
4. Análise da proposta de troca.
 - Critérios de seleção: propostas dos tipos 3 e 2.
 - Critérios de ordenação:
 - (a) propostas do tipo 2 [valor da contribuição];
 - (b) propostas do tipo 3 de agentes lobistas [valor da contribuição feita];
 - (c) propostas do tipo 2 de agentes eleitores;
 - (d) propostas do tipo 3 de agentes eleitores.

De acordo com essa estratégia, o agente político P1 dá preferência às trocas com agentes lobistas e não oferece serviços, ou seja, não toma a iniciativa de pagar suas dívidas e espera a cobrança dos outros agentes. Além disso, não se preocupa com possíveis interesses conflitantes entre ele e os demais agentes.

Dessa forma, considerando a estratégia de valores descrita, os estados de valores resultantes da fase antes da eleição (anexo B) e os interesses de cada agente, o ciclo de raciocínio do agente eleito P1 é como segue.

t60 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *realizadas*.

Buffer de mensagens:

L2→proposta(tipo_3, a3, norma_2);

E2→proposta(tipo_3, a2, norma_1);

E1→proposta(tipo_3, a1, norma_1);

E5→proposta(tipo_3, a2, norma_1).

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - (a) Seleção: OK (propostas do tipo 3);
 - (b) Normas: OK;
 - (c) Ordenação:
 - (1) L2→proposta(tipo_3, a3, norma_2);
 - (2) E2→proposta(tipo_3, a2, norma_1);
 - (3) E5→proposta(tipo_3, a2, norma_1);
 - (4) E1→proposta(tipo_3, a1, norma_1).
 - (d) Elaboração da resposta: resposta(sim, norma_2).
2. Envio da resposta: L2 ← resposta.
3. Espera confirmação.

Seguindo sua estratégia, o agente P1 acaba escolhendo a proposta de troca do agente lobista L2, mesmo sendo uma alternativa conflitante com seus interesses e os da maioria dos eleitores.

Mais adiante, o agente L2 recebe a resposta positiva do agente P1 e envia a confirmação da troca. Após o agente P1 receber a mensagem de confirmação do agente L2, a troca de valores acontece. A descrição das etapas durante e depois da troca do mecanismo de raciocínio dos agentes envolvidos é mostrada abaixo.

t68 TROCA P1, L2. Segue a seqüência de passos da segunda etapa da troca de valores, na qual P1 executa o serviço (destinação de recursos para a3) e L2 recebe o serviço. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{L_2 P_1} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = 0; \Delta v = -1\},$$

$$\Delta V_{P_1 L_2} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = +1; \Delta v = 0\}.$$

t69 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

- Histórico agente P1:

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intenção de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intenção de voto	0	-1	0	+1
t58	E5	intenção de voto	0	-1	0	+1
t68	L2	a3	0	+1	-1	0

- Histórico agente L2:

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	P1	contribuição=30	+1	0	-1	0
t27	P2	contribuição=20	+1	0	-1	0
t68	P1	a3	-1	0	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente P1:

Agente	v	t	s	r
L2	0	0	+1	-1
E2	0	-1	+1	0
E1	0	-1	+1	0
E5	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente L2:

Agente	v	t	s	r
P1	0	0	+1	-1
P2	+1	0	0	-1

Apesar de ter pago sua dívida com o agente lobista L2, a ação de destinar recursos para a alternativa $a3$, contrária aos seus interesses anteriores e aos da maioria dos eleitores, leva a uma desvalorização do agente político P1 perante os agentes eleitores. Os estados de valores resultantes da desvalorização são mostrados abaixo.

Agente	v	t	s	r
L2	0	0	+1	-1
E2	-1	-1	+1	0
E1	-1	-1	+1	0
E5	-1	-1	+1	0

Estado de valores de E1 (mesmo para E2 e E5)

Agente	v	t	s	r
P1	0	0	0	-1

Nota-se agora que o agente político P1 passa a ter um estado de valores negativo com os agentes eleitores. Considerando que o estado de valores dos agentes políticos é levado em conta nas estratégias de valores dos agentes eleitores e, por isso, influencia seus comportamentos quanto à escolha de parceiros, é provável que o agente político P1 não apresente um bom desempenho em eleições futuras.

Nessa situação, também observa-se claramente o papel dos valores na formação da imagem social dos agentes, que pode ser positiva ou negativa em função das escolhas feitas por eles em relação às interações e ações em sociedade.

Além das observações acima, essa experimentação demonstrou, também, a dinâmica dos valores de troca na valorização e desvalorização dos agentes, nesse caso o agente P1.

7.2.4 Quarta Experimentação

Nessa experimentação, procura-se mostrar como as informações sobre valores de troca podem modelar o comportamento dos agentes em função de características mais subjetivas das interações. É possível modelar, por exemplo, a influência da fidelidade do agente eleitor nas escolhas do agente político.

Considerando que o agente eleito P1 adote a estratégia descrita na seção 7.2.2 para o período de governo e possua o seguinte histórico de valores (simplificado):

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intenção de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intenção de voto	0	-1	0	+1
t58	E5	intenção de voto	0	-1	0	+1
t68	E5	a2	0	+1	-1	0
t68	E2	a2	0	+1	-1	0
t68	L2	a2	0	+1	-1	0
t81	E2	intenção de voto	0	-1	0	+1
t92	E4	intenção de voto	0	-1	0	+1

Ao receber propostas de troca dos agentes eleitores E2 e E4, o mecanismo de raciocínio do agente P1 é ativado e segue os passos descritos abaixo.

t95 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *realizadas*.

Buffer de mensagens:

E2→proposta(tipo_3,a1,norma_1);

E4→proposta(tipo_3,a4,norma_1).

1. Cálculo sobre valores.
 - (a) Seleção: OK (propostas do tipo 3);
 - (b) Normas: OK;
 - (c) Ordenação:
 - (1) E2→proposta(tipo_3,a1,norma_1);
 - (4) E4→proposta(tipo_3,a4,norma_1).
 - (d) Elaboração da resposta: resposta(sim,norma_1).
2. Envio da resposta: E2 ← resposta.
3. Espera confirmação.

Nesse caso, o agente P1 dá preferência à requisição do agente E2 com base no critério de ordenação que considera a *fidelidade do eleitor*. Ao analisar o histórico de valores de P1, nota-se duas entradas para o agente eleitor E2 com Δt igual a -1 e apenas uma para o agente eleitor E4. Isso indica que o agente P1 recebeu a intenção de voto (serviço) de E2 nas duas últimas eleições.

Essa mesma análise poderia ser feita pelo agente político para descobrir quais das alternativas de destinação de recursos são mais requisitadas no período de governo para, talvez, adotá-las em eleições futuras, caso ainda não o tenha feito.

8 Conclusão

Este trabalho propôs um sistema de valores de troca, baseado na teoria das trocas de valores de Piaget, para dar suporte às interações sociais em sociedades artificiais. O sistema é composto por uma álgebra de valores de troca, por um mecanismo de raciocínio social baseado em valores e por estruturas capazes de armazenar e manipular tais valores.

Acredita-se que o sistema proposto é capaz de melhorar a modelagem das interações e do mecanismo de raciocínio social de agentes sociais, na medida em que captura aspectos morais dessas interações. Além disso, alguns aspectos do comportamento social também podem ser capturados através do sistema de valores de troca, como foi observado na simulação com o cenário do processo de lobby. Observou-se, por exemplo, que o sistema proposto consegue modelar o fato de as interações sociais serem influenciadas pelos valores que os indivíduos atribuem uns aos outros e às próprias interações.

Pôde-se notar, ainda, na simulação do cenário, que os valores de troca traduzem-se, ao longo das interações, em compromissos sociais e formam a imagem social (e moral) dos agentes (i.e., como eles são vistos pelos demais agentes em relação às suas interações e às ações executadas em sociedade).

Argumenta-se que tais aspectos subjetivos das interações sociais não poderiam ser modelados, por exemplo, com a utilização do conceito de dependência e poder sociais.

O fato de ter-se desenvolvido um mecanismo de raciocínio social unificado e de estratégias de valores bastante abrangentes traz flexibilidade ao sistema, o qual espera-se que possa ser facilmente integrado com modelos e protocolos já existentes, como foi demonstrado com a extensão dos modelos Redes de Contrato e Coalizões Baseadas em Dependências.

Tendo em vista todas as características e funcionalidades do sistema de valores de troca, argumenta-se, também, que ele contribui para o desenvolvimento de sistemas regulatórios sociais que podem ajudar a manter a continuidade das interações de forma racional e espontânea (i.e., sem ser imposta por elementos externos ao sistema).

Por fim, considerando que o sistema de valores proposto se preocupa com os aspectos morais das trocas sociais, é possível afirmar que ele pode ser combinado com um sistema de normas e valores voltado aos aspectos *legais* das interações e seus objetivos (como os trabalhos de [DIG 2000] e [DIG 2002a]), de forma a dar suporte a um mecanismo de raciocínio capaz de lidar tanto com aspectos subjetivos quanto objetivos das interações em sociedades artificiais.

9 Trabalhos Futuros

Inicialmente, como trabalho futuro propõe-se a implementação do sistema de valores aqui apresentado, de modo que suas funcionalidades e resultados possam ser testados e explorados através de simulações computacionais. A idéia é implementar primeiramente o sistema de valores para depois integrá-lo em outro sistema maior, como foi demonstrado na seção sobre integração entre modelos de interação.

Segundo, é sugerida a investigação sobre como combinar o sistema de valores de troca proposto com a noção de planos sociais para agentes BDI [RAO 92] [DIG 2000]. Com essa combinação, seria possível desenvolver um mecanismo de raciocínio tanto para planos e objetivos individuais e/ou coletivos quanto para as interações sociais.

Outra possibilidade de complementar o sistema de valores é desenvolver uma estrutura normativa completa, ou seja, tanto com normas de ordem moral quanto com normas jurídicas.

É sugerida, também, a investigação da utilização do sistema de valores de troca em sistemas de argumentação. Em [MCB 2001], por exemplo, é proposto um formalismo para argumentação dialética em um sistema inteligente no qual debates sobre avaliações de risco e regulação ambiental podem ser conduzidos. Nesse debate, em resumo, cada participante deve atribuir um valor à argumentação dos demais em relação às conseqüências da execução ou não de certa ação, para se tentar chegar a uma decisão democrática sobre a questão discutida. Nesse caso, as trocas sociais seriam especialmente as trocas de pensamento, idéias e argumentos, valorizados de acordo com os interesses e opiniões de cada participante, e o sistema de valores de troca teria papel regulador de tais trocas.

Anexo 1 Primeira Experimentação

Abaixo estão descritos todos os ciclos da simulação referentes à situação de campanha eleitoral. Em cada ciclo todos os agentes executam em um período de tempo t (t_1, t_2, \dots, t_n).

Ciclo 1

t1 P_1 . Objetivo atual: GE. Ação atual: *Contribuição*.

Buffer de mensagens: vazio

Mecanismo de raciocínio:

1. Motivação: precisa de serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - (a) Escolha de parceiros: L1 e L2;
 - (b) Associação e ordenação:
 - (1) L2 \rightarrow tipo 2 (valor da contribuição = 30 por a2)
 - (2) L1 \rightarrow tipo 2 (valor da contribuição = 20 por a1).Ambos não possuem crédito e L2 tem valor maior de contribuição para um interesse comum.
 - (c) Elaboração da proposta: `proposta(tipo_2, contribuição=30, norma_2)`
3. Envio da proposta: L2 \leftarrow proposta
4. Espera resposta. (estado de espera)

t2 P_2 . Objetivo atual: GE. Ação atual: *Voto*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio:

1. Motivação: precisa de serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: E1;E2;E3;E4;E5.
 - Associação e ordenação:
 - (1) E3 \rightarrow tipo 2
 - (2) E2 \rightarrow tipo 2
 - (3) E5 \rightarrow tipo 2
 - (4) E1 \rightarrow tipo 2
 - (5) E4 \rightarrow tipo 2Sem valor de crédito, o agente E3 possui o maior número de interesses comuns e concorda quanto a interesses conflitantes.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_2, voto, norma_1)`
3. Envio da proposta: E3 \leftarrow proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

t3 L_1 . Objetivo atual: RIP. Ação atual: *a1*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: P1;P2.
 - Associação e ordenação:
 - (1) P1 → tipo 5
 - (2) P2 → tipo 5
 Os dois agentes tem o mesmo número de interesses comuns, mas P2 tem um interesse conflitante com os interesses de L1.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)`
3. Envio da proposta: P1 ← proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

t4 L_2 . Objetivo atual: RIP. Ação atual: $a2$.

Buffer de mensagens: P1 → `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 2)
 - Normas: OK
 - Ordenação:
 - (1) → `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`
 - Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_2)`
2. Envio da resposta: P1 ← resposta.
3. Espera confirmação.

t5 E_1 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a1, a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: P1, P2.
 - Associação e ordenação:
 - (1) P1 → tipo 5
 - (1) P2 → tipo 5
 Os dois agentes têm o mesmo número de interesses comuns, mas P2 tem interesse conflitante com E1.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`
3. Envio da proposta: P1 ← proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

t6 E_2 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a1, a2$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.

2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: P1;P2.
 - Associação e ordenação:
 - (1) P1 → tipo 5
 - (2) P2 → tipo 5
 O agente P1 tem maior número de interesses comuns e nenhum conflito.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`
3. Envio da proposta: P1 ← proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

t7 E_3 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a1$, $a3$.

Buffer de mensagens: P2 → `proposta(tipo_2,voto,norma_1)`

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 2)
 - Normas: OK
 - Ordenação:
 - (1) → `proposta(tipo_2,voto,norma_1)`
 - Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_1)`
2. Envio da resposta: P2 ← resposta.
3. Espera confirmação.

t8 E_4 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a1$, $a4$.

Buffer de mensagens: vazio

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: não oferece serviços.

t9 E_5 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a2$, $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.
2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: P1.
 - Associação e ordenação:
 - (1) P1 → tipo 5
 O agente P2 tem interesses conflitantes com E5.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`
3. Envio da proposta: P1 ← proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

Ciclo 2

t10 P1. Objetivo atual: GE. Ações: Contribuição.

Buffer de mensagens:

L1 → `proposta(tipo_5, contribuição=20, norma_2)`;

L2 → `resposta(sim, norma_2)`;

E1 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)` ;

E2 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)`;

E5 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)`;

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.
 - Normas: OK
3. Envio da confirmação: L2 ← confirmação.

t11 TROCA P1,L2. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca de valores, onde L2 executa a ação (contribuição de 30 pontos) e P1 recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.
$$\Delta V_{L_2 P_1} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$
$$\Delta V_{P_1 L_2} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t12 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores.

- Histórico agente L2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t5	P1	contribuição=30	+1	0	-1	0

- Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t5	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente L2

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente P1

Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0

t13 P2. Objetivo atual: GE. Ações: *Contribuição*.

Buffer de mensagens: E3 → `resposta(sim, norma_1)`.

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.
 - Normas: OK
3. Envio da confirmação: E3 ← confirmação.

t14 TROCA P2,E3. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca, onde E3 executa a ação (intensão de voto) e P2 recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{E_3P_2} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_2E_3} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t15 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores.

- Histórico agente E3

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t10	P2	intensão de voto	+1	0	-1	0

- Histórico agente P2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t10	E3	intensão de voto	0	-1	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente E3

Agente	v	t	s	r
P2	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente P2

Agente	v	t	s	r
E3	0	-1	+1	0

t16 L1. Objetivo: RIP. Ação: *a1*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

t17 L2. Objetivo: RIP. Ação: *a3*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: oferecer serviço.

2. Primeiro cálculo sobre valores.

- Escolha de parceiros: P1;P2.

- Associação e ordenação:

(1) P2 → tipo 5

(2) P1 → tipo 5

O agente P2 tem estado de valores negativo em relação aos agentes eleitores e tem interesse comum com L2.

- Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)`

3. Envio da proposta: P2 ← proposta.

4. Espera resposta (estado de espera).

t18 E_1 . Objetivo: RIC. Ações: $a1$ e $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

t19 E_2 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a2$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

t20 E_3 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a3$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: já alcançou seu objetivo.

t21 E_4 . Objetivo atual: RIC. Ações: $a1$, $a4$.

Buffer de mensagens: vazio

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: não oferece serviços.

t22 E_5 . Objetivo: RIC. Ação: $a2$ e $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

Ciclo 3

t23 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *Contribuições*, *Votos*.

Buffer de mensagens:

L1 → `proposta(tipo_5, contribuição=20, norma_2);`

E1 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1);`

E2 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1);`

E5 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1);`

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.

- Seleção: OK (proposta do tipo 5)

- Normas: OK

- Ordenação:

(1) E2 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)`

(2) E1 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)`

(3) E5 → `proposta(tipo_5, voto, norma_1)`

(4) L1 → `proposta(tipo_5, contribuição=20, norma_2)`

O agente E2 tem maior número de interesses comuns entre os eleitores e nenhum conflito. O agente L1 tem um interesse comum mas também interesses conflitantes.

- Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_1)`
2. Envio da resposta: $E2 \leftarrow \text{resposta}$.
 3. Espera confirmação.

t24 P_2 . Objetivo: GE. Ações: *Contribuições, Votos*.

Buffer de mensagens: $L2 \rightarrow \text{proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)}$.

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 5)
 - Normas: OK
 - Ordenação:
 - (1) $L2 \rightarrow \text{proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)}$
 - Elaboração da resposta: `resposta(sim,norma_2)`
2. Envio da resposta: $L2 \leftarrow \text{resposta}$.
3. Espera confirmação.

t25 L_1 . Objetivo: RIP. Ações: *a1 e a3*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

t26 L_2 . Objetivo: RIP. Ação: *a3*.

Buffer de mensagens: $P2 \rightarrow \text{resposta(sim,norma_2)}$.

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.
 - Normas: OK
3. Envio da confirmação: $P2 \leftarrow \text{confirmação}$.

t27 TROCA $L2,P2$. Segue a primeira etapa da troca de valores, onde $L2$ executa a ação (`contribuição=20`) e $P2$ recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{L_2 P_2} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_2 L_2} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t28 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores.

- Histórico agente $P2$

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t14	E3	intensão de voto	0	-1	0	+1
t27	L2	contribuição=20	0	-1	0	+1

- Histórico agente L2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	P1	contribuição=30	+1	0	-1	0
t27	P2	contribuição=20	+1	0	-1	0

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente P2

Agente	v	t	s	r
E3	0	-1	+1	0
L2	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente L2

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1
P2	+1	0	0	-1

t29 E_1 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

t30 E_2 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a2$.

Buffer de mensagens: P1 \rightarrow resposta(sim,norma_1)

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.

2. Segundo cálculo sobre valores.

- Normas: OK

3. Envio da confirmação: P1 \leftarrow confirmação.

t31 TROCA P1,E2. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca de valores, onde E2 executa a ação (voto) e P1 recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{E_2 P_1} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_1 E_2} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t32 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

- Histórico agente E2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t31	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

- Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intensão de voto	0	-1	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente E2

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente P1

Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0
E2	0	-1	+1	0

t33 E_3 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a3$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo alcançado.

t34 E_4 . Objetivo: RIC. Ação: $a1$ e $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Não oferece serviços.

t35 E_5 . Objetivo: RIC. Ação: $a2$ e $a4$.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Espera pela resposta.

Ciclo 4

t36 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *Contribuições, Votos*.

Buffer de mensagens:

L1 \rightarrow proposta(tipo_5, contribuição=20, norma_2);

E1 \rightarrow proposta(tipo_5, voto, norma_1) ;

E5 \rightarrow proposta(tipo_5, voto, norma_1);

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.

- Seleção: OK (proposta do tipo 5)
- Normas: OK
- Ordenação:
 - (1) E1 \rightarrow proposta(tipo_5, voto, norma_1)
 - (2) E5 \rightarrow proposta(tipo_5, voto, norma_1)
 - (3) L1 \rightarrow proposta(tipo_5, contribuição=20, norma_2)
- Elaboração da resposta: resposta(sim, norma_1)

2. Envio da resposta: E1 \leftarrow resposta.

3. Espera confirmação.

t37 P_2 . Objetivo atual: GE. Ações: *Contribuições, Votos*.

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Motivação: precisa de serviço.

2. Primeiro cálculo sobre valores.
 - Escolha de parceiros: L1,L2.
 - Associação e ordenação:
 - (1) L2 \rightarrow tipo 2
 - (2) L1 \rightarrow tipo 2
 Maior número de interesses comuns.
 - Elaboração da proposta: `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`
3. Envio da proposta: L2 \leftarrow proposta.
4. Espera resposta (estado de espera).

t38 L_1 . Objetivo: RIP. Ação: *a1 e a3*.

Buffer de mensagens:

Mecanismo de raciocínio.

1. Tempo de espera acabou.
2. Análise da situação: enviar proposta para o próximo da lista.
3. Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,contribuição=30,norma_2)`
4. Envio da proposta: P2 \leftarrow proposta.
5. Espera resposta (estado de espera).

t39 L_2 . Objetivo: RIP. Ações: .

Buffer de mensagens: P2 \rightarrow `proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)`

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: não precisa mais de serviços
 - Elaboração da resposta: `resposta(não,norma_2)`
2. Envio da resposta: P2 \leftarrow resposta.

t40 E_1 . Objetivo: RIC. Ação: *a1 e a4*.

Buffer de mensagens: P1 \rightarrow `resposta(sim,norma_1)`.

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.
 - Normas: OK
3. Envio da confirmação: P1 \leftarrow confirmação.

t41 TROCA P1,E1. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca de valores, onde E1 executa a ação (voto) e P1 recebe a ação. Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{E_1 P_1} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_1 E_1} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t42 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

- Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intensão de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intensão de voto	0	-1	0	+1

- Histórico agente E1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t41	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente P1

Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0
E2	0	-1	+1	0
E1	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente E1

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

t43 E_2 . Objetivo: RIC. Ação: .
 Buffer de mensagens: vazio.
 Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo alcançado.

t44 E_3 . Objetivo: RIC. Ação: .
 Buffer de mensagens: vazio.
 Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo alcançado.

t45 E_4 . Objetivo: RIC. Ação: .
 Buffer de mensagens: vazio.
 Mecanismo de raciocínio.

1. Não oferece serviço.

t46 E_5 . Objetivo: RIC. Ação: a_2, a_4 .
 Buffer de mensagens: vazio
 Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: iniciar o raciocínio novamente.
2. Motivação: oferecer serviço.
3. Primeiro cálculo sobre valores.

- Escolha de parceiros: P1.
- Associação e ordenação:
 (1) P1 \rightarrow tipo 5
- Elaboração da proposta: `proposta(tipo_5,voto,norma_1)`

4. Envio da proposta: $P1 \leftarrow$ proposta.
5. Espera resposta (estado de espera).

Ciclo 5

t47 P_1 . Objetivo: GE. Ações: *Contribuição, Votos*.

Buffer de mensagens: $E5 \rightarrow$ proposta(tipo_5,voto,norma_1).

Mecanismo de raciocínio.

1. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 5)
 - Normas: OK
 - Ordenação:
 - (1) $E5 \rightarrow$ proposta(tipo_5,voto,norma_1)
 - Elaboração da resposta: resposta(sim,norma_1)
2. Envio da resposta: $E5 \leftarrow$ resposta.
3. Espera confirmação.

t48 P_2 . Objetivo: GE. Ação: *Contribuição, Votos*.

Buffer de mensagens:

$L1 \rightarrow$ proposta(tipo_5,contribuição=30,norma_2)

$L2 \rightarrow$ resposta(não,norma_2)

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: iniciar novamente o raciocínio.
Mecanismo de raciocínio.
2. Cálculo sobre valores.
 - Seleção: OK (proposta do tipo 5)
 - Normas: OK
 - Ordenação:
 - (1) $L1 \rightarrow$ proposta(tipo_5,contribuição=30,norma_2)
 - Elaboração da resposta: resposta(sim,norma_2)
3. Envio da resposta: $L1 \leftarrow$ resposta.
4. Espera confirmação.

t49 L_1 . Objetivo: RIP. Ação: *a1 e a3*.

Buffer de mensagens: $P2 \rightarrow$ resposta(sim,norma_2)

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.
 - Normas: OK
3. Envio da confirmação: $P2 \leftarrow$ confirmação.

t50 TROCA $L1, P2$. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca de valores, onde $L1$ executa a ação (contribuição=30) e $P2$ recebe a ação.
Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{L_1 P_2} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_2 L_1} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t51 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

• Histórico agente L1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t50	P2	contribuição=30	+1	0	-1	0

• Histórico agente P2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t14	E3	intensão de voto	0	-1	0	+1
t27	L2	contribuição=20	0	-1	0	+1
t50	L1	contribuição=30	0	-1	0	+1

2. Atualização do estado de valores.

• Estado de valores agente L1

Agente	v	t	s	r
P2	+1	0	0	-1

• Estado de valores agente P2

Agente	v	t	s	r
E3	0	-1	+1	0
L2	0	-1	+1	0
L1	0	-1	+1	0

t52 L_2 . Objetivo: RIP. Ação: .

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo Alcançado.

t53 E_1 . Objetivo: RIC. Ação: .

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo Alcançado.

t54 E_2 . Objetivo: RIC. Ação: .

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo Alcançado.

t55 E_3 . Objetivo: RIC. Ação: .

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Objetivo Alcançado.

t56 E_4 . Objetivo: RIC. Ação: .

Buffer de mensagens: vazio.

Mecanismo de raciocínio.

1. Não oferece serviços.

t57 E_5 . Objetivo: RIC. Ação: a_2 e a_4 .

Buffer de mensagens: $P1 \rightarrow \text{resposta}(\text{sim}, \text{norma}_1)$

Mecanismo de raciocínio.

1. Análise da situação: passar para próximo estado.
2. Segundo cálculo sobre valores.

- Normas: OK

3. Envio da confirmação: $P1 \leftarrow$ confirmação.

t58 TROCA $E_5, P1$. Segue a sequência de passos da primeira etapa da troca de valores, onde E_5 executa a ação (intenção de voto) e $P1$ recebe a ação.

Mecanismo de raciocínio:

1. Cálculo da variação dos valores de troca.

$$\Delta V_{E_5 P_1} = \{\Delta r = -1; \Delta s = 0; \Delta t = 0; \Delta v = +1\}$$

$$\Delta V_{P_1 E_5} = \{\Delta r = 0; \Delta s = +1; \Delta t = -1; \Delta v = 0\}.$$

t59 DEPOIS DA TROCA. Mecanismo de raciocínio:

1. Atualização dos históricos de valores de troca.

- Histórico agente $P1$

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intensão de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intensão de voto	0	-1	0	+1
t58	E5	intensão de voto	0	-1	0	+1

- Histórico agente $E5$

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t58	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

2. Atualização do estado de valores.

- Estado de valores agente $P1$

Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0
E2	0	-1	+1	0
E1	0	-1	+1	0
E5	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente $E5$

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

Com a troca com o agente eleitor E_5 o agente político $P1$ consegue a maioria das intenções de voto (3) e vence a eleição.

A.1 Troca de Mensagens

O histórico das trocas de mensagens entre os agentes na primeira experimentação está descrito na tabela abaixo A.1.

TABELA A.1 – Troca de mensagens.

Ciclo	Tempo	O→D*	Msg
1	t_1	P1→L2	proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)
1	t_2	P2→E3	proposta(tipo_2,voto,norma_1)
1	t_3	L1→P1	proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)
1	t_4	L2→P1	resposta(sim,norma_2)
1	t_5	E1→P1	proposta(tipo_5,voto,norma_1)
1	t_6	E2→P1	proposta(tipo_5,voto,norma_1)
1	t_7	E3→P2	resposta(sim,norma_1)
1	t_9	E5→P1	proposta(tipo_5,voto,norma_1)
2	t_{10}	P1→L2	confirmação
2	t_{13}	P2→E3	confirmação
2	t_{17}	L2→P2	proposta(tipo_5,contribuição=20,norma_2)
3	t_{23}	P1→E2	resposta(sim,norma_1)
3	t_{24}	P2→L2	resposta(sim,norma_2)
3	t_{26}	L2→P2	confirmação
3	t_{30}	E2→P1	confirmação
4	t_{36}	P1→E1	resposta(sim,norma_1)
4	t_{37}	P2→L2	proposta(tipo_2,contribuição=30,norma_2)
4	t_{38}	L1→P2	proposta(tipo_5,contribuição=30,norma_2)
4	t_{39}	L2→P2	resposta(não,norma_2)
4	t_{40}	E1→P1	confirmação
4	t_{46}	E5→P1	proposta(tipo_5,voto,norma_1)
5	t_{47}	P1→E5	resposta(sim,norma_1)
5	t_{48}	P2→L1	resposta(sim,norma_2)
5	t_{49}	L1→P2	confirmação
5	t_{57}	E5→P1	confirmação

*D=destino;O=origem.

Anexo 2 Estruturas de Valores

As estruturas de valores dos agentes resultantes da primeira experimentação, que corresponde à situação de campanha eleitoral, são apresentadas abaixo.

B.1 Históricos de Valores

- Histórico agente L1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t50	P2	contribuição=30	+1	0	-1	0

- Histórico agente L2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	P1	contribuição=30	+1	0	-1	0
t27	P2	contribuição=20	+1	0	-1	0

- Histórico agente P1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t11	L2	contribuição=30	0	-1	0	+1
t31	E2	intensão de voto	0	-1	0	+1
t41	E1	intensão de voto	0	-1	0	+1
t58	E5	intensão de voto	0	-1	0	+1

- Histórico agente P2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t14	E3	intensão de voto	0	-1	0	+1
t27	L2	contribuição=20	0	-1	0	+1
t50	L1	contribuição=30	0	-1	0	+1

- Histórico agente E1

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t41	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

- Histórico agente E2

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t31	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

- Histórico agente E3

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t14	P2	intensão de voto	+1	0	-1	0

- Histórico agente E4

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
-------	--------	------	------------	------------	------------	------------

- Histórico agente E5

Tempo	Agente	ação	Δv	Δt	Δr	Δs
t58	P1	intensão de voto	+1	0	-1	0

B.2 Estados de Valores

- Estado de valores agente L1

Agente	v	t	s	r
P2	+1	0	0	-1

Estado de valores agente L2

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1
P2	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente P1

Agente	v	t	s	r
L2	0	-1	+1	0
E2	0	-1	+1	0
E1	0	-1	+1	0
E5	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente P2

Agente	v	t	s	r
E3	0	-1	+1	0
L2	0	-1	+1	0
L1	0	-1	+1	0

- Estado de valores agente E1

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente E2

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

Estado de valores agente E3

Agente	v	t	s	r
P2	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente E4

Agente	v	t	s	r
P	+1	0	0	-1

- Estado de valores agente E5

Agente	v	t	s	r
P1	+1	0	0	-1

Bibliografia

- [ALO 98] ALONSO, E. How Individuals Negotiate Societies. In: ICMAS, 3., 1998, Paris. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 1998. p.18–25.
- [ANT 99] ANTUNES, L.; COELHO, H. Decisions based upon Multiple Value: the BVG agent architecture. In: PORTUGUESE CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELIGENCE, EPIA, 9., 1999. **Progress in Artificial Intelligence: proceedings.** Berlin: Springer-Verlag, 1999. p.297–311. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v.1695).
- [ANT 2001] ANTUNES, L. **Agentes com Decisão Baseada em Valores.** 2001. Tese (Doutorado em Informática) — Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- [BOU 99] BOUTILIER, C.; DEAN, T.; HANKS, S. Decision-Theoretic Planning: structural assumptions and computational leverage. **Journal of Artificial Intelligence Research**, San Francisco, v.11, p.1–94, 1999.
- [CAS 98a] CASTELFRANCHI, C.; CONTE, R. Limits of Economic and Strategic Rationality for Agents and MA Systems. **Robotics and Autonomous Systems**, Amsterdam, v.24, p.127–139, Sept 1998.
- [CAS 97] CASTELFRANCHI, C. et al. A Testbed for Investigating Personaliy-based Multiagent Cooperation. In: SYMPOSIUM ON LOGICAL APPROACHES TO AGENT MODELING AND DESIGN, 1997, Aix-en-Provence (France). **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1997.
- [CAS 91] CASTELFRANCHI, C.; MICELI, M.; CESTA, A. Dependence Relations Among Autonomous Agents. In: EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD, MAAMAW, 3., 1991. **DECENTRALIZED A.I. 3.** Amsterdam: North-Holland, 1992. p.215–227.
- [CAS 90] CASTELFRANCHI, C. Social Power: a point missed in multi-agent, DAI and HCI. In: DEMAZEAU, Y.; MÜLLER, J. (Eds.). **Decentralized A.I.** Amsterdam: Elsevier Science, 1990. p.49–62.
- [CAS 98] CASTELFRANCHI, C. Modelling Social Action for AI Agents. **Artificial Intelligence**, Amsterdam, v.103, p.157–182, 1998.
- [CAV 98] CAVEDON, L.; SONENBERG, L. On Social Commitments Roles and Preferred Goals. In: ICMAS, 3., 1998, Paris. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 1998. p.80–87.
- [CON 95] CONTE, R.; CASTELFRANCHI, C. **Cognitive and Social Action.** London: UCL Press, 1995.

- [CON 98] CONTE, R.; GILBERT, N.; SICHTMAN, J. S. MAS and Social Simulation: a suitable commitment. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MULTI-AGENT SYSTEMS AND AGENT-BASED SIMULATION, MABS, 1., 1998, Paris. **Multi-agent Systems and Agent-based Simulation: proceedings**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. p.1–9. (Lecture Notes in Computer Science, v.1534).
- [CON 97] CONTE, R.; HEGSELMANN, R.; TERNA, P. Social Simulation - a new disciplinary synthesis. In: CONTE, R.; HEGSELMANN, R.; TERNA, P. (Eds.). **Simulating Social Phenomena**. Germany: Springer-Verlag, 1997. p.1–20. (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, v.456).
- [COS 2002] COSTA, A. C. R.; DIMURO, G. P. Uma Estrutura Formal Normativa para Sistemas Multiagente. In: OFICINA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 2002, Pelotas. **Anais...** Educat, 2002. p.10–13.
- [DAV 2001] DAVID, N.; SICHTMAN, J. S.; COELHO, H. Agent-based Simulation with Coalitions in Social Reasoning. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MULTI-AGENT SYSTEMS AND AGENT-BASED SIMULATION, MABS, 2001, Germany. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 2001. p.245–266. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v.1979).
- [DIG 2000] DIGNUM, F. et al. Towards Socially Sophisticated BDI Agents. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIAGENT SYSTEMS, ICMAS, 4., 2000, Boston. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2000. p.111–118.
- [DIG 2002a] DIGNUM, F. Abstract Norms and Electronic Institutions. In: RASTA WORKSHOP, 1., 2002, Bologna. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. p.93–103.
- [DIG 2002] DIGNUM, V. et al. An Organizational-oriented Model for Agent Societies. In: RASTA WORKSHOP, 1., 2002, Bologna. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. p.31–50.
- [FOR 83] FORBUS, K. D. Qualitative Process Theory. **Artificial Intelligence**, v.24, p.85–168, 1983.
- [GIL 99] GILBERT, N.; TROITZSCH, K. G. **Simulation for the Social Scientist**. United Kingdom: Open University Press, 1999.
- [KIR 2001] KIRCHSTEIGER, G.; PRAT, A. Inefficient Equilibria in Lobbying. **Journal of Public Economics**, Amsterdam, v.82, n.3, p.349–375, 2001.
- [MCB 2001] MCBURNEY, P.; PARSONS, S. Intelligent Systems to Support Deliberative Democracy in Environmental Regulation. **Information**

and Communications Technology Law, Oxfordshire, v.1, n.10, p.33–43, 2001.

- [MIC 89] MICELI, M.; CASTELFRANCHI, C. A Cognitive Approach to Values. **Journal for the theory of social behavior**, v.2, n.19, p.169–193, June 1989.
- [MIC 2000] MICELI, M.; CASTELFRANCHI, C. The Role of Evaluation in Cognition and Social Interaction. In: HUMAN COGNITION AND SOCIAL AGENT TECHNOLOGY, 2000, Amsterdam. **Proceedings...** [S.l.]: John Benjamins Publishing Company, 2000. p.225–261. (Advances in Consciousness Research, v.19).
- [PIA 73] PIAGET, J. **Estudos Sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1973. 243p.
- [RAO 92] RAO, A. S.; GEORGEFF, M. P.; SONENBERG, E. A. Social Plans: a preliminary report. In: EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD, MAAMAW, 3., 1991. **DECENTRALIZED A.I. 3**. Amsterdam: North-Holland, 1992. p.57–76.
- [ROD 2003] RODRIGUES, M. R.; ROCHA COSTA, A. C. da; BORDINI, R. H. A System of Exchange Values to Support Social Interactions in Artificial Societies. In: INTERNATIONAL JOIN CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 2., 2003, Melbourne. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2003.
- [ROS 94] ROSENSCHEIN, J.; ZLOTKIN, G. **Rules of Encounter**: designing conventions for automated negotiation among computers. Cambridge, MA: MIT Press, 1994.
- [SIC 94] SICHMAN, J. S. et al. A Social Reasoning Mechanism based on Dependence Networks. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1994. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1994. p.188–192.
- [SIC 98] SICHMAN, J. S. DEPINT: Dependence-based Coalition Formation in an Open Multi-Agent Scenario. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, Surrey, v.1, n.2, 1998.
- [SIC 2001] SICHMAN, J. S. **A Dependence-based Model for Social Reasoning in Multi-Agent Systems**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001. Boletim Técnico. (BT/PCS/0108).
- [SMI 88] SMITH, R. G. The Contract Net Protocol: high-level communication and control in a distributed problem solver. In: BOND, A. H.; GASSER, L. (Eds.). **Readings in Distributed Artificial Intelligence**. California: Morgan Kaufmann, 1988. p.357–366.

- [SUN 2001] SUN, R. Cognitive Science Meets Multi-Agent Systems: a prolegomenon. **Philosophical Psychology**, San Diego, v.14, n.1, p.5-28, 2001.
- [WEI 99] WEISS, G. **Multiagent Systems - a modern approach to distributed artificial intelligence**. [S.l.]: MIT Press, 1999. 233-250p.