

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Edilson Pontarolo

Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo

Porto Alegre
2008

Edilson Pontarolo

Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientadora:

Profa. Dr. Rosa Maria Viccari

Co-orientadora:

Profa. Dr. Patrícia Augustin Jaques

Porto Alegre

2008

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Pontarolo, Edilson

Modelagem Probabilística de Aspectos Afetivos do Aluno em um Jogo Educacional Colaborativo / Edilson Pontarolo. – Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, 2008.

187 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre, BR – RS, 2008. Orientadora: Rosa Maria Viccari; Co-orientadora: Patrícia Augustin Jaques.

1. Computação Afetiva. 2. Modelagem do Aluno. 3. Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador. 4. Redes Bayesianas. I. Viccari, Rosa Maria. II. Jaques, Patrícia Augustin. III. Título.

Edilson Pontarolo

Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Aprovada em 17 de dezembro de 2008.

Profa. Dr. Rosa Maria Viccari – Orientadora (UFRGS)

Profa. Dr. Patrícia Augustin Jaques – Co-orientadora (UNISINOS)

Profa. Dr. Magda Bercht (PGIE/UFRGS)

Prof. Dr. Cláudio Fernando Resin Geyer (PGCC/UFRGS)

Profa. Dr. Cecília Dias Flores (UFCSPA)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Ata da Sessão de Defesa de Tese de Doutorado de Edilson Pontarolo

Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo

Às dez horas do dia 17 de dezembro de dois mil e oito, no Laboratório do CINTED, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou-se a Defesa de Tese intitulada *Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo*, de autoria de **Edilson Pontarolo**, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Vicari e co-orientação da Prof^a. Dr^a Patrícia Augustin Jaques. A Banca Examinadora, composta pelos Professores Doutores Magda Bercht, Cláudio Fernando Resin Geyer e Cecília Dias Flores, aprovou a Tese de Doutorado do aluno, que cumpriu com todos os requisitos e terá seu título de Doutor em Informática na Educação homologado pela Comissão de Pós-Graduação em Informática na Educação.

Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Vicari
Presidente e Orientadora

Prof^a. Dr^a. Magda Bercht
UFRGS-PGIE

Prof^a. Dr^a. Cecília Dias Flores
UFCSPA

Prof^a. Dr^a. Patrícia Augustin Jaques
Co-orientadora

Prof. Dr. Cláudio Fernando Resin Geyer
UFRGS-INF

*Em memória de Wilson Pontarolo,
que amava a simplicidade
assim como nós o amaremos sempre...*

AGRADECIMENTOS

Pesquisa – como tudo na vida – não se faz isoladamente. Esse é o espírito colaborativo deste trabalho, que contou com a contribuição de diversas pessoas e instituições, portanto, expresso aqui meus sinceros agradecimentos:

À Professora Rosa Maria Viccari, pela inestimável paciência, competência e carinho dedicados à orientação deste trabalho, por acreditar em mim, quando eu mesmo não acreditava e, sobretudo, pela referência profissional e humana que representa para todos nós seus alunos.

À Professora Patrícia Augustin Jaques Maillard, pela brilhante co-orientação, pela sugestão do tema original deste trabalho, pela competência, amizade, desprendimento e disponibilidade em revisar meus manuscritos e pelos constantes e preciosos incentivos.

À Professora Sylvie Pesty, pela orientação e todo o suporte oferecido durante meu estágio sanduíche no INP Grenoble. *Professeur Sylvie, je vous remercie vivement pour l'accueil, le support, le respect et l'amitié qui vous m'avez confié.*

Aos colegas do laboratório GIA-UFRGS, por proporcionarem um ambiente salutar de aprendizagem e companheirismo, e a Luciano Vargas Flores, Elder Rizzon Santos e Michelle Denise Leonhardt Camargo, pelas discussões frutíferas sobre jogos colaborativos, pelo suporte ao projeto e pelo apoio nas horas difíceis.

A todos os colegas, professores, técnicos e estagiários do PGIE-UFRGS com quem tive a oportunidade de conviver, discutir e aprender muito, a Adriana Kampf, Antonio Lira, Luis Fonseca, Professora Magda Bercht, Luis Fernando Máximo, Maria do Carmo, Mary Biancamano, Nádie Machado e Paka.

Aos colegas da *Équipe MAGMA/LIG*, Shadi, Guillaume, Joris, Houssein, Yan, Cyrille, e aos membros permanentes Yves Demazeau, Julie Dugdale, Catherine Garbay, Humbert Fiorino, pelo suporte e críticas em um ambiente salutar de cooperação científica e troca de experiências multiculturais. *Je vous remercie vivement pour tout le support qui le LIG et l'équipe MAGMA m'ont offert pendant mon stage de recherche à Grenoble.*

Aos colegas da Escola Técnica da UFRGS, particularmente Professora Neila Moussale, por terem me acolhido em Porto Alegre de outubro de 2002 a outubro de 2004, em que foi possível me aproximar do PGIE. Nessa época se deu também a *passagem* do meu pai e vocês não se furtaram a me dar o apoio que precisei pra estar junto dele nos últimos momentos.

Às psicólogas Doutora Regina Verdin e Doutora Nádie Christina Ferreira Machado pela valiosa discussão e orientação profissional sobre teorias e instrumentos de avaliação de personalidade.

À Doutora Kerri Gibson, da Universidade de New Brunswick, Canadá, *I very thank you for kindly making available the first francophone version of the 50 IPIP items targeted at the five NEO-PI-R domains.*

Ao Doutor Lewis R. Goldberg e ao M.Ed. Chris Arthun, do Oregon Research Institute e da iniciativa IPIP - International Personality Item Pool, *I very thank you for the attention and for making available part of our work on the IPIP website.*

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de estudos de cunho interdisciplinar de alto nível no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação e pela infra-estrutura de trabalho.

Aos alunos de computação do INP Grenoble, da UNISINOS e da UTFPR que gentilmente participaram das sessões experimentais de coleta de dados através do *Sudoku Colaborativo*.

À querida colega Professora Beatriz Borsoi, por demonstrar imensa generosidade e amizade e oferecer seu apoio solidário quando eu muito precisei me dedicar a esta tese.

À CAPES, por viabilizar minha estadia na França através de uma bolsa de estudos (processo BEX 0636/07-0) no âmbito da cooperação CAPES-COFECUB, entre UFRGS (Brasil) e Universidade Stendhal, Universidade Joseph Fourier e CNRS (França), projeto 548/07 - Sistemas Inteligentes de Aprendizagem: Afetividade na Interação Tutor-Aluno.

Aos tantos trabalhadores do Brasil que ainda não tiveram chance de estudar, por me financiarem mais de vinte anos de estudo e mais de dez anos de trabalho em Escola Pública.

Ao meu pai Vilson (em memória do nosso coração) e minha mãe Angela, que não tiveram as mesmas oportunidades que eu tive, mas que sempre me deram todo apoio, incentivo e carinho com seus exemplos de trabalho e amor em família.

À Nil, meu amor, meu porto seguro, minha mulher, minha companheira, pelo incentivo e paciência de compartilhar comigo mais essa batalha, por iluminar meu caminho com sua pele morena e seu sorriso doce. Enfim, por ser só minha e eu só seu... e pronto.

Por último, gostaria ainda de lembrar que um doutor não se faz em quatro anos, isso não passa de um grande mito. Minha caminhada escolar começou em 1980, pelas mãos da querida *Dona Célia*. E são muitos os professores e alunos com quem aprendi e espero continuar aprendendo. A todos, meu muito obrigado.

A despeito do cunho colaborativo deste trabalho, eu assumo a completa responsabilidade por quaisquer erros e enganos desta *periculosa opus et alea*.

Todo mundo explica

*Não me pergunte por que, Quem-Como-Onde-Qual-Quando-O quê ?
Deus, Buda, O tudo, O nada, O acaso, O cosmo
Como o cosmonauta busca o nada, o nada, o nada
Seja lá o que for, já é*

*Não me obrigue a comer o seu escreveu não leu
Papai mordeu a cabeça do Dr. Dom Sigismundo
Porque sem querer cantou de galo que cada cabeça é um mundo
Gismundo
Antes de ler o livro que o guru lhe deu, você tem que escrever o seu*

*Chega um ponto que eu sinto, que eu pressinto
Lá dentro, não no corpo mas, lá dentro-fora
No coração e no sol, no meu peito eu sinto
Na estrela, na testa, farejo em todo universo*

*Que eu estou vivo, que eu estou vivo
Que eu estou vivo, vivo, vivo como uma rocha
E eu não pergunto, porque eu já sei que a vida
Não é uma resposta e se eu aconteço aqui
Se deve ao fato de eu simplesmente ser
Se deve ao fato de eu simplesmente*

*Mas todo mundo explica
Explica, Freud, o padre explica, Krishnamurti tá vendendo
A explicação na livraria, que lhe faz à prestação
Que tem Platão que explica tudo tão bem vai lá que
Todo mundo explica
protestante, o auto-falante, o zen-budismo, Brahma, Skol
Capitalismo oculta um cofre de fá, fé, fi, finalismo
Hare Krishna, e dando a dica enquanto aquele papagaio
Currupaca e implica
Com o carimbo positivo da ciência que aprova e classifica*

*O que é que a ciência tem?
Tem lápis de calcular
Que é mais que a ciência tem?
Borracha prá depois apagar
Você já foi ao espelho, nêgo?
Não? Então vá!*

(Raul Seixas)

RESUMO

PONTAROLO, Edilson. **Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 187 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Este trabalho apresenta o processo de construção de um modelo de inferência de emoções que um aluno sente em relação a outros alunos durante interação síncrona em um contexto de jogo colaborativo de aprendizagem. A inferência de emoções está psicologicamente fundamentada na abordagem da avaliação cognitiva e foram investigadas relações entre objetivos e normas comportamentais do aluno e aspectos de sua personalidade. Especificamente, foram empregados o modelo OCC de emoções e o modelo Big-Five (Cinco Grandes Fatores) de traços de personalidade para a fundamentação teórica da modelagem. O modelo afetivo representa a vergonha e orgulho apresentados pelo aluno em resposta à avaliação cognitiva de suas próprias ações e a reprovação e admiração apresentadas pelo aluno em resposta a ações de seu parceiro de jogo, a partir da avaliação do comportamento observável dos parceiros representado por suas interações no jogo colaborativo, em relação a normas comportamentais do aluno. A fim de suportar a incerteza presente na informação afetiva e cognitiva do aluno, adotou-se uma representação deste conhecimento através de Rede Bayesiana. Um refinamento qualitativo parcial e a respectiva parametrização quantitativa do modelo probabilístico foram efetuados a partir da análise de uma base de casos obtida através da condução de experimentos. A fim de prover um ambiente experimental, foi concebido e prototipado um jogo colaborativo no qual dois indivíduos conjugam esforços a fim de resolver problemas lógicos comuns à dupla, através de ações coordenadas, negociação simples e comunicação estruturada, em competição com outras duplas.

Palavras-chave: Computação Afetiva. Modelagem do Aluno. Redes Bayesianas. Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador.

ABSTRACT

PONTAROLO, Edilson. **Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 187 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

This work presents the construction of a model to infer emotions a student feels towards other students during synchronous interaction in the context of a collaborative learning game. The emotions inference is psychologically based on cognitive appraisal theory. Some relations between students' personality and their goals and behavioral standards were also investigated. This modeling was based on OCC emotion model and Big-Five personality model. The affective model represents the student's proud and shame as an answer to the cognitive appraisal of her/his own attributed interactions, and the student's admiration and reproach as an answer to the cognitive appraisal of her/his partner attributed interactions, both according to the student's behavioral standards. Bayesian Network knowledge representation was employed to better stand for the uncertainty present in the student's cognitive and affective information. Employing a data-driven procedure, the probabilistic model was partially refined in terms of qualitative relations and quantitative parameters. Experimental data were obtained by using a game prototype implemented in order to support a collaborative dynamics of coordinated action, simple negotiation and structured communication, through which students interacted in order to solve shared problems, during synchronous competition with other students.

Keywords: Affective Computing. Student Modeling. Bayesian Networks. Computer Supported Collaborative Learning.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COFECUB	Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire avec le Brésil
CSCL	Computer-Supported Collaborative Learning
DOM	Document Object Model
GIA	Grupo de Pesquisa em Inteligência Artificial
HTML	Hyper Text Markup Language
IA	Inteligência Artificial
IHC	Interação Humano-Computador
IMAG	Institut d'Informatique e Mathematiques Appliquées de Grenoble
INPG	Institut National Polytechnique de Grenoble
ILE	Intelligent Learning Environment
ITS	Intelligent Tutoring System
LIG	Laboratoire d'Informatique de Grenoble
LIMSI	Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur
PIPCA	Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
QMC	Quadrado Mágico Colaborativo
SGBD	Sistema Gerenciador de Bancos de Dados
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TPC	Tabela de Probabilidades Condicionais
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
XML	eXtensible Markup Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:	Esquema de funcionamento da glândula pineal segundo Descartes.....	18
Figura 2.2:	Alguns momentos da evolução das teorias sobre emoção e o pensamento científico ocidental	29
Figura 2.3:	Estrutura global de tipos de emoção segundo o <i>Modelo OCC</i>	41
Figura 2.4:	Eixos hipotéticos dos fatores de personalidade no <i>Modelo Big-Five</i>	46
Figura 3.1:	Ramos de pesquisa em Computação Afetiva	51
Figura 3.2:	Possibilidades de relações causais em uma Rede Bayesiana	63
Figura 4.1:	Diagrama conceitual do jogo colaborativo	70
Figura 4.2:	Exemplos de quadrados mágicos de ordem 3 (a), 4 (b) e 5 (c)	72
Figura 4.3:	Interface do protótipo <i>QMC</i>	73
Figura 4.4:	Exemplos de ajuda do <i>QMC</i> : a) de primeiro nível; b) de segundo nível.....	75
Figura 4.5:	Um desafio lógico do tipo sudoku (a) e a respectiva solução (b).....	76
Figura 4.6:	Interface do jogo <i>Sudoku Colaborativo</i> :.....	78
Figura 4.7:	Processo de formação de duplas colaborativas: (a) convite; (b) resposta	79
Figura 4.8:	Detalhes de visualização imediata: (a) competição; (b) colaboração.....	80
Figura 4.9:	Processo de negociação de jogadas: (a) proposta; (b) ativação da resposta.....	80
Figura 4.10:	Exemplo de mensagem instantânea no <i>Sudoku Colaborativo</i>	81
Figura 4.11:	Arquitetura cliente-servidor e tecnologias do <i>Sudoku Colaborativo</i>	82
Figura 5.1:	Classes de variáveis e principais relações do modelo afetivo e seu referencial .	87
Figura 5.2:	Esquema do protocolo experimental empregado nas sessões de coleta de dados	94
Figura 5.3:	Distribuição de frequência de índices de <i>Extroversão</i> avaliada em 40 indivíduos	97

Figura 5.4:	Distribuição de frequência de índices de <i>Socialização</i> avaliada em 40 indivíduos	98
Figura 5.5:	Distribuição de frequência de índices de <i>Escrupulosidade</i> avaliada em 40 indivíduos	98
Figura 5.6:	Distribuição de frequência de índices de <i>Estabilidade Emocional</i> avaliada em 40 indivíduos	99
Figura 5.7:	Matriz de contingência 2×2 e totais marginais entre duas variáveis	101
Figura 5.8:	Relações condicionais entre traços de personalidade, objetivos e normas comportamentais avaliados em 40 indivíduos.....	105
Figura 5.9:	Emoções de atribuição condicionadas por normas comportamentais e padrões de interação do próprio indivíduo	111
Figura 5.10:	Emoções de atribuição condicionadas por normas comportamentais do aluno e padrões de interação do parceiro de jogo	113
Figura C.1:	Questionário modelo para levantamento de emoções de atribuição.....	150
Figura C.2:	Levantamento de emoções de atribuição (versão francesa)	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1:	Diferenças entre as categorias de estados afetivos	33
Tabela 2.2:	Alguns modelos e inventários de traços de personalidade	45
Tabela 2.3:	Exemplos de itens do inventário Big-Five associados ao fator Extroversão, segundo a forma do enunciado e a relação com o fator.....	48
Tabela 2.4:	Escalas de conversão das respostas do inventário Big-Five.....	49
Tabela 4.1:	Quantidades mínimas de somas iguais necessárias para obtenção dos diferentes níveis de sucesso no QMC	75
Tabela 4.2:	Mensagens predefinidas disponíveis no Sudoku Colaborativo	81
Tabela 4.3:	Mensagens do protocolo cliente-servidor de suporte à colaboração	83
Tabela 5.1:	Objetivos do aluno em um jogo de colaboração.....	88
Tabela 5.2:	Normas comportamentais do aluno durante a resolução de um desafio.....	89
Tabela 5.3:	Padrões de interação do parceiro de jogo	91
Tabela 5.4:	Sessões de coleta de dados para refinamento do modelo	93
Tabela 5.5:	Parâmetros descritivos dos índices de quatro traços de personalidade avaliados em 40 indivíduos	97
Tabela 5.6:	Coeficientes de correlação linear entre índices de quatro traços de personalidade avaliados em 40 participantes.....	100
Tabela 5.7:	Resultados do TEF bicaudal entre traços de personalidade e objetivos avaliados em 40 participantes	104
Tabela 5.8:	Resultados do TEF bicaudal entre traços de personalidade e normas comportamentais avaliados em 40 participantes	104
Tabela 5.9:	TPC entre o fator Escrupulosidade e a norma comportamental Diversão avaliados em 40 participantes.....	106
Tabela 5.10:	Distribuição dos percentuais de motivações apresentadas para avaliações positivas das próprias ações e das ações do parceiro.....	107
Tabela 5.11:	Distribuição dos percentuais de motivações apresentadas para avaliações negativas das próprias ações e das ações do parceiro.....	108
Tabela 5.12:	Probabilidades de evidências simultâneas de 100% dos estados de Orgulho e Vergonha no modelo afetivo	112
Tabela 5.13:	Probabilidades de evidências simultâneas de 100% dos estados de Admiração e Reprovação no modelo afetivo.....	115

Tabela 5.14: Evidências hipotéticas da personalidade de dois alunos fictícios.....	115
Tabela D.1: Mensagens do protocolo cliente-servidor de suporte à colaboração	152
Tabela E.1: Estrutura do arquivo user_messages, que armazena detalhes das ações dos jogadores.....	153
Tabela E.2: Relações entre o conteúdo do campo Message e os demais atributos no arquivo user_messages	153
Tabela E.3: Estrutura do arquivo matches, que armazena informações sobre as partidas jogadas.....	154
Tabela E.4: Estrutura do arquivo server_log, que armazena o histórico do servidor de jogo	155
Tabela E.5: Estrutura do arquivo self_reported_emotions, que armazena os relatos de avaliação afetiva do jogador.....	155
Tabela E.6: Conteúdo, valência e significado dos atributos do arquivo self_reported_emotions	156
Tabela E.7: Estrutura do arquivo user_actions_consequences, alterações na colaboração e competição em função das ações do jogador.....	157
Tabela G.1: Coeficientes de correlação linear entre traços de personalidade e objetivos avaliados em 40 participantes.....	160
Tabela G.2: Coeficientes de correlação linear entre traços de personalidade e normas comportamentais avaliados em 40 participantes	160
Tabela G.3: Coeficientes de correlação linear entre normas comportamentais e objetivos durante o jogo Sudoku Colaborativo segundo 40 participantes	160
Tabela G.4: Matriz simétrica dos coeficientes de correlação linear interna entre objetivos durante o jogo Sudoku Colaborativo avaliados em 40 participantes.....	160
Tabela G.5: Matriz simétrica dos coeficientes de correlação linear interna entre normas comportamentais avaliadas em 40 participantes	161
Tabela G.6: Frequências relativas entre traços de personalidade e objetivos avaliados em 40 participantes.....	161

LISTA DE QUADROS

Quadro H.1: TPCs entre traços de personalidade, normas comportamentais e objetivos avaliados em 40 indivíduos	162
Quadro H.2: TPC da ocorrência de emoção positiva (orgulho) ao avaliar interações próprias em relação a normas comportamentais.....	163
Quadro H.3: TPC da ocorrência de emoção negativa (vergonha) ao avaliar interações próprias em relação a normas comportamentais.....	164
Quadro H.4: TPC da ocorrência de emoção positiva (admiração) ao avaliar interações do parceiro em relação a normas comportamentais.....	165
Quadro H.5: TPC da ocorrência de emoção negativa (reprovação) ao avaliar interações do parceiro em relação a normas comportamentais.....	166

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE QUADROS.....	xvii
SUMÁRIO.....	xviii
1. CONTEXTO CIENTÍFICO	1
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	3
1.2 PRESSUPOSTOS E PROBLEMA DE PESQUISA	4
1.3 MÉTODO DE PESQUISA.....	5
1.3.1 Abordagem do problema de pesquisa.....	6
1.3.2 População alvo da pesquisa	7
1.3.3 Delineamento experimental	7
1.3.4 Fontes de dados.....	8
1.3.5 Análise dos dados.....	11
1.4 CONTRIBUIÇÕES	11
1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	13
2. SOBRE EMOÇÕES E AFETIVIDADE	15
2.1 UMA BREVE RETROSPECTIVA DAS TEORIAS DE EMOÇÃO.....	15
2.1.1 As emoções segundo Platão e Aristóteles.....	15
2.1.2 O racionalismo cartesiano e o lugar das emoções.....	17
2.1.3 Darwin e o estudo das expressões emocionais universais	18
2.1.4 O advento da psicologia científica: estruturalismo e funcionalismo.....	20
2.1.5 William James e a teoria do <i>feedback</i> sensorial.....	21
2.1.6 Comportamentalismo: emoção é (mais um) <i>fantasma na máquina</i>	22

2.1.7 As ciências cognitivas (modernas) e o cognitivismo	23
2.1.8 Inconsciente cognitivo e inconsciente dinâmico	24
2.1.9 O surgimento das teorias de avaliação cognitiva.....	26
2.1.10 Resumo da revisão teórica	27
2.2 DEFINIÇÕES DE EMOÇÃO E AFETIVIDADE	30
2.3 MODELOS PSICOLÓGICOS DE EMOÇÃO	33
2.3.1 Modelos dimensionais	34
2.3.2 Modelos discretos.....	35
2.3.3 Modelos semânticos	36
2.3.4 Modelos relacionais	36
2.4 A ABORDAGEM COGNITIVA DA EMOÇÃO	37
2.4.1 Função da emoção	37
2.4.2 Traços de personalidade e desordens clínicas.....	38
2.4.3 Avaliação cognitiva.....	38
2.5 O MODELO OCC	39
2.6 CARACTERIZAÇÃO DA PERSONALIDADE DO ALUNO	43
2.6.1 Abordagem de traços de personalidade.....	44
2.6.2 O modelo <i>Big-Five</i>	45
3. AFETIVIDADE EM APLICAÇÕES DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO	50
3.1 COMPUTAÇÃO AFETIVA: FUNDAMENTOS E DEFINIÇÕES	51
3.1.1 Síntese de Emoções	51
3.1.2 Emoções na Interação Humano-Computador	52
3.2 MODELO DO ALUNO	54
3.2.1 Modelagem cognitiva do aluno.....	54
3.2.2 Modelagem afetiva do aluno.....	56
3.2.3 Incerteza na modelagem afetiva do aluno	61
3.3 FUNDAMENTOS DE REDES BAYESIANAS.....	62

4. APLICAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO	66
4.1 CARACTERIZAÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS	67
4.2 JOGOS EDUCACIONAIS COLABORATIVOS	68
4.3 UM JOGO EDUCACIONAL COLABORATIVO AFETIVO	69
4.3.1 Arquitetura de jogo colaborativo	70
4.3.2 Protótipo de jogo colaborativo	71
5. CONSTRUÇÃO DE UM MODELO AFETIVO DO ALUNO EM JOGOS COLABORATIVOS.....	85
5.1 ASPECTOS GERAIS DO MODELO AFETIVO.....	85
5.1.1 Traços de personalidade	87
5.1.2 Objetivos e normas comportamentais do aluno	88
5.1.3 Interações do aluno e do parceiro de jogo.....	89
5.1.4 Emoções de atribuição.....	91
5.2 REFINAMENTO DO MODELO AFETIVO	92
5.2.1 Experimentação	93
5.2.2 Resultados e discussão.....	96
5.3 FUNCIONAMENTO DO MODELO	115
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	117
6.1 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS	118
6.1.1 Aspecto multicultural do estudo.....	118
6.1.2 Mecanismo de comunicação direta entre alunos	119
6.1.3 Questionário de indícios de emoções de atribuição	121
6.1.4 Padrões de interação	122
6.1.5 Novas experimentações de parametrização	122
6.1.6 Precisão do modelo	123
REFERÊNCIAS	125
APÊNDICE A – INVENTÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE TRAÇOS DE PERSONALIDADE	141

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE OBJETIVOS E NORMAS	148
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE EMOÇÕES DE ATRIBUIÇÃO	150
APÊNDICE D – PROTOCOLO DE SUPORTE À COLABORAÇÃO	152
APÊNDICE E – ESTRUTURA DA BASE DE DADOS DO JOGO SUDOKU COLABORATIVO	153
APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA	158
APÊNDICE G – TABELAS DE CORRELAÇÃO LINEAR E TABELAS DE CONTINGÊNCIA	160
APÊNDICE H – TABELAS DE PROBABILIDADE CONDICIONAL	162

1. CONTEXTO CIENTÍFICO

O presente trabalho de pesquisa em Informática na Educação aborda a construção de um modelo afetivo para inferência de emoções e traços de personalidade do aluno, quando este se encontra em interação síncrona com colegas por meio de um jogo educacional colaborativo. Para essa finalidade, caracteriza-se como um esforço interdisciplinar que envolveu o estudo, integração e aplicação de conhecimentos relacionados particularmente às áreas de Ciência Cognitiva, Ciência da Educação e Ciência da Computação.

Em sua estrutura operacional, este trabalho integrou-se inicialmente ao projeto de pesquisa *Um Jogo Educacional Colaborativo que Considera as Emoções do Aprendiz*¹, sob responsabilidade do Grupo de Pesquisa em Inteligência Artificial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (GIA-UFRGS), liderado pela Prof^a Dr^a Rosa Maria Viccari, coordenadora do referido projeto e orientadora deste trabalho de tese. Posteriormente o trabalho foi integrado ao projeto PRAIA (*Pedagogical Rational and Affective Intelligent Agents*), tendo sido desenvolvida uma etapa da pesquisa durante estágio de doutorado sanduíche², sob orientação da Prof^a Dr^a Sylvie Pesty, em Grenoble, França.

A Inteligência Artificial (IA) pode tanto ser considerada como um ramo da Ciência da Computação quanto igualmente pode ser vista como uma projeção aplicada (tecnológica) da Ciência Cognitiva (VARELA, 1994). Em termos de Informática na Educação, tem havido um esforço reiterado em pesquisar o uso de técnicas de IA com o objetivo de construir aplicações educacionais ativas ou, no mínimo, dinâmicas e mais flexíveis, no sentido de torná-las capazes de adaptarem-se dinamicamente às necessidades específicas de cada aluno.

Geralmente essa capacidade adaptativa baseia-se na existência de um *Modelo do Aluno*, “uma representação explícita no sistema de algumas características de um aluno, a qual habilita o sistema a adaptar a comunicação para esse aluno” (PAIVA; SELF; HARTLEY, 1994, p.163). Trata-se de uma representação abstrata do aluno, pois são as *crenças* do sistema computacional a respeito do aluno (HOLT et al., 1994).

A *Modelagem do Aluno* é o processo pelo qual são definidas as categorias de informações que representam o aluno no sistema e o tipo de abstração computacional empregado para organizar e obter essas informações durante o uso do sistema pelo aluno. Esse processo serve de base a um diagnóstico que possibilita ao sistema computacional adaptar suas estratégias de ação em relação a cada aluno em particular.

¹ Projeto parcialmente financiado pelo CNPq.

² Estágio realizado de junho de 2007 a maio de 2008, no INPG – *Institut National Polytechnique de Grenoble*, França, através de projeto de cooperação CAPES-COFECUB entre o Instituto de Informática da UFRGS, PIPCA/UNISINOS, LIG – *Laboratoire d’Informatique de Grenoble* e *Laboratoire LIMSI-CNRS Orsay*.

Há uma ampla gama de categorias de informações que podem ser empregadas nessa modelagem, teoricamente habilitando a construção de aplicações capazes de diagnosticar e responder a aspectos das dimensões cognitiva e afetiva do aluno (ANDRADE; BRNA; VICCARI, 2002; DeVICENTE; PAIN, 1998; DILLENBOURG; SELF, 1992; MARTINHO; MACHADO; PAIVA, 2000; RAGNEMALM, 1996).

Este trabalho está focado na modelagem afetiva dos usuários de jogos educacionais colaborativos. Para ser aplicada a uma situação de jogo colaborativo, a modelagem afetiva considera situações e eventos provenientes da dinâmica de jogo e das interações entre os jogadores. O problema é tratado de acordo com uma *abordagem cognitiva* (MARTINHO; MACHADO; PAIVA, 2000). O modelo afetivo proposto considera o processo de avaliação cognitiva (*appraisal*) que antecede os estados emocionais, que são inferidos a partir de evidências capturadas sobre o comportamento observável do aluno, ou seja, suas ações na interface durante a interação com os colegas através do ambiente de jogo.

Uma abordagem cognitiva similar para a modelagem afetiva do aluno, aplicada a ambientes inteligentes de aprendizagem em geral e a jogos educacionais em particular, foi adotada por outros pesquisadores, por exemplo, Bercht (2001), Conati; Zhou (2002), de Vicente; Pain (2002), Jaques (2004), Katsionis; Virvou (2004), Martinho; Machado; Paiva (2000), Virvou et al. (2002b), Zhou; Conati (2003).

A opção por investigar a construção de um modelo que considera sobretudo a dimensão afetiva do aluno sustenta-se em teorias e indícios experimentais advindos principalmente da Ciência Cognitiva (Psicologia Cognitiva, Neurologia) e da Ciência da Educação (Pedagogia) que atestam a influência exercida pelos aspectos *afetivos* sobre os aspectos *cognitivos*, no que diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem. Esse argumento será retomado na Seção 1.2.

Em sua proposta aplicada, este trabalho explora características específicas de um jogo educacional enquanto ambiente de aprendizagem colaborativa (DILLENBOURG, 1999), devido ao potencial dos jogos em estimular e manter o engajamento do aluno durante o desenvolvimento das atividades (BARAB et al., 2005; GIRAFFA; VICCARI; SELF, 1998; PRENSKY, 2001, 2002).

Nesse sentido, este trabalho pode ser caracterizado como uma iniciativa de Computação Afetiva (PICARD, 1997), pois explora o uso de técnicas de IA para a construção de um modelo afetivo do usuário vinculado a uma aplicação de Informática na Educação. Segundo Elliot et al. (1999), a *Modelagem Afetiva do Usuário* pode ser definida como a capacidade do sistema computacional modelar os estados afetivos do usuário.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A fim de prover um ambiente de aprendizagem colaborativa, este trabalho envolveu a concepção, implementação e emprego experimental de uma estrutura básica de jogo (ver Seção 4.3) segundo a qual dois jogadores em interação síncrona conjugam esforços a fim de resolver um problema comum à dupla, através de ações coordenadas, negociação simples e comunicação estruturada.

Esse cenário permitiu a adoção de uma abordagem cognitiva para a construção de um modelo afetivo do aluno. Tal abordagem baseou-se em um modelo psicológico que propõe uma estrutura de tipos de emoção, este conhecido como *Modelo OCC* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988), descrito na Seção 2.5. Igualmente baseou-se em um modelo de traços da personalidade, este conhecido como *Modelo Big-Five* (GOLDBERG, 1990), descrito na Seção 2.6.2.

Especificamente, trata-se da construção de um modelo afetivo para inferência de emoções e traços da personalidade do aluno. O modelo afetivo está baseado no princípio de que as emoções se caracterizam como reações de valência positiva ou negativa que se originam e diferenciam de acordo com uma avaliação cognitiva (*appraisal*) dos *eventos*, *agentes* e *objetos* da situação corrente, relativamente aos *objetivos*, *normas* e *atitudes* do indivíduo. O modelo está baseado ainda no princípio de que os *traços de personalidade* do indivíduo caracterizam algumas *disposições básicas* que regulam a adesão a objetivos e normas (MCCRAE; SUTIN, 2007).

A investigação de aspectos afetivos em jogos colaborativos constitui-se em um tema latente de pesquisa. Os jogos educacionais se caracterizam como ambientes de aprendizagem em que o domínio de aplicação encontra-se bem delimitado, pelo fato destes jogos apresentarem objetivos pedagógicos relacionados a conteúdos curriculares relativamente restritos. As categorias de eventos que podem ocorrer são determinadas de acordo com as regras e a dinâmica de jogo. Esses aspectos viabilizam a classificação das categorias de eventos e situações de jogo como *desejáveis* ou *indesejáveis*, ou seja, como favoráveis ou desfavoráveis do ponto de vista do jogador.

O *Modelo OCC* foi empregado em trabalhos anteriores do GIA-UFRGS para reconhecimento de emoções do aluno em Sistemas Tutores Inteligentes (STI), por exemplo, Bercht (2001) e Jaques (2004). Esse modelo psicológico de emoções também foi empregado na modelagem afetiva do aluno em jogos educacionais, por exemplo, nos trabalhos de Conati (2002) e Katsionis; Virvou (2004).

Equivalente ao *Modelo Big-Five*, o *Modelo de Cinco Fatores* de Costa; McCrae (1992) foi empregado nos trabalhos de Cristina Conati, no entanto, trata-se de um modelo patenteado que implica o pagamento de licença de uso por indivíduo e de aplicação restrita a profissionais com habilitação específica. Enquanto que o *Modelo Big-Five* faz parte de um projeto de colaboração científica que mantém um repositório livre de inventários sobre diferenças individuais.

Reforça a relevância deste trabalho o fato de que, até o presente momento, não são conhecidos outros trabalhos sobre a modelagem de aspectos afetivos do aluno em jogos que enfatizem o aspecto colaborativo, ou seja, a interação colaborativa de sujeito a sujeito.

1.2 PRESSUPOSTOS E PROBLEMA DE PESQUISA

A delimitação do problema de pesquisa e a formulação de uma hipótese de trabalho exigem uma tomada de posição epistemológica e a conseqüente delimitação do referencial teórico. Nesta tese, o problema e a hipótese foram delimitados com base em alguns pressupostos, descritos a seguir.

A mente humana apresenta estados e processos psicológicos ditos *cognitivos*, por exemplo, crenças, desejos, tomada de decisão, percepção, atenção, julgamento social e aprendizagem. De modo semelhante, a mente humana apresenta estados e processos psicológicos ditos *afetivos*, por exemplo, emoções, personalidade, humor e motivação. Entre esses estados e processos há várias relações de interdependência (GRAY, 1990; PANKSEPP, 1990). Do ponto de vista da Ciência da Educação interessa particularmente explorar a influência dos fatores *afetivos* sobre os *cognitivos*, fenômeno este cuja compreensão tem sido objeto de estudo, por exemplo, em Neurologia, Epistemologia, Psicologia e Pedagogia (ASHBY; ISEN; TURKEN, 1999; BOWER, 1992; DAMÁSIO, 1996; DAMÁSIO et al., 2000; ESTRADA; ISEN; YOUNG, 1994; FORGAS, 2005; FREIRE, 2005; GADOTTI, 2005; GOLEMAN, 1995; HASELTON; BUSS, 2003; MATURANA, 2001; VYGOTSKY, 1998, 1999).

Desse modo, faz-se necessário investigar o papel dos fatores afetivos nos processos de ensino e aprendizagem, a fim de viabilizar o aproveitamento desse conhecimento na melhoria da educação. Conseqüentemente, sustenta-se aqui a legitimidade de que a pesquisa em Informática na Educação também deva propor e validar modelos teóricos, metodologias de trabalho e construtos computacionais que visem representar, inferir, reconhecer, interpretar e adaptar-se a aspectos afetivos dos alunos.

Em consonância com esses objetivos amplos, este trabalho propôs-se à investigação da seguinte questão-problema:

Quais são as abstrações computacionais e categorias de informações que podem ser empregadas para modelar as emoções que os alunos sentem em relação a outros alunos com os quais interagem em um contexto de aprendizagem colaborativa?

O presente trabalho propôs teoricamente e investigou experimentalmente uma solução parcial para esse problema de pesquisa, limitando o escopo de estudo ao domínio dos jogos educacionais colaborativos. Para tanto, a modelagem afetiva do aluno se constituiu norteadada pela seguinte hipótese de trabalho:

Em um jogo colaborativo, a personalidade do aluno e suas emoções em relação aos colegas de colaboração podem ser representadas com base no Modelo OCC de emoções e no Modelo Big-Five de personalidade, através de relações de inferência em uma Rede Bayesiana discreta que inter-relaciona traços da personalidade do aluno, normas comportamentais e objetivos do aluno durante o jogo, interações do aluno e de seus colegas e os eventos de jogo resultantes dessa dinâmica de colaboração.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Ao relacionar um trabalho de pesquisa à Metodologia – *ao estudo sistemático do método científico* – encontram-se várias concepções distintas e, por vezes, até mesmo incompatíveis umas com as outras. Esse aspecto manifesta-se em vários níveis de abstração e categorias de informação, desde a classificação da pesquisa, que varia conforme o critério adotado, por exemplo, por método de análise, área da ciência, abrangência, aplicação, origem dos dados, processo de estudo, entre outros. Neste texto buscou-se, tanto quanto possível, identificar os métodos, técnicas e instrumentos de pesquisa de acordo com a nomenclatura proposta por Marconi; Lakatos (2006).

No que tange a sua finalidade, este trabalho interdisciplinar de pesquisa adotou uma abordagem de natureza exploratória. Caracterizou-se ao longo de sua condução como uma aproximação gradativa do pesquisador em direção à geração de novos conhecimentos sobre a modelagem afetiva do aluno em ambientes de *Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador*, no caso, especificamente em jogos educacionais colaborativos. A partir da construção conceitual e análise de um modelo aplicado à situação-problema, foram obtidos resultados em nível de interpretação descritiva, apoiando-se em novas informações sintetizadas com base em estudo experimental.

1.3.1 Abordagem do problema de pesquisa

O problema de pesquisa desta tese foi abordado através de um estudo exploratório e descritivo, combinando-se o emprego de procedimentos de avaliação qualitativa com o apoio de ferramentas quantitativas (testes estatísticos), fundamentando-se tanto na literatura quanto na experimentação. O suporte à etapa experimental demandou a concepção, construção e emprego de aplicações de software (jogo de colaboração, base de dados, aplicações cliente-servidor) para captura e registro de dados sobre eventos significativos da interação colaborativa. Demandando igualmente a concepção e a adaptação de inventários estruturados de coleta de dados (personalidade, objetivos, expectativas), sempre no intuito de compilar informações de relevância para a modelagem afetiva do aluno em jogo de colaboração.

Numa primeira etapa, foi empregada uma “Pesquisa Bibliográfica” para apropriação de conceitos sobre os temas: afetividade e emoções e suas relações com a personalidade; computação afetiva; modelagem afetiva do aluno; aprendizagem colaborativa; jogos educacionais. Essa apropriação conceitual possibilitou:

- a) decidir pela noção de *Colaboração* proposta por Dillenbourg (1999) (Seção 4.2);
- b) definir o *Modelo OCC* de Ortony; Clore; Collins (1988) como base para o mapeamento entre as situações de jogo e as emoções do aluno (Seção 2.5);
- c) optar pela abordagem de traços de personalidade, de acordo com o *Modelo Big-Five* de Goldberg (1990) (Seção 2.6.2).

A partir desse delineamento conceitual mais coeso foi possível o levantamento de uma “Hipótese de Trabalho”, coerente com a natureza exploratória deste estudo. Algumas implicações e possibilidades oriundas da hipótese de trabalho foram avaliadas através de um “Estudo de Caso” aplicado ao jogo *Sudoku Colaborativo*³ (detalhado na Seção 4.3).

Especificamente, uma solução qualitativa inicial foi construída e foram concebidos ou adaptados procedimentos, instrumentos e artefatos segundo um protocolo experimental, posteriormente empregados para avaliar essa solução qualitativa no âmbito do caso estudado, resultando em um modelo ajustado qualitativa e quantitativamente segundo a análise dos dados obtidos. A estrutura geral do modelo é apresentada na Seção 5.1 e o processo de refinamento do mesmo é detalhado na Seção 5.2.

O modelo afetivo emprega uma técnica de IA para representação do conhecimento sobre o aluno. Especificamente, a abstração computacional empregada tem a forma de uma

³ Este jogo se constitui em um ambiente de aprendizagem através do qual uma dupla de jogadores interage, através da Internet, visando à solução colaborativa de pequenos desafios envolvendo raciocínio lógico-espacial.

Rede Bayesiana⁴ (PEARL, 1988, 2000) composta de variáveis probabilísticas discretas representando diversos aspectos do jogador, como traços da personalidade, objetivos durante o jogo, normas comportamentais (expectativas de ações durante o jogo), padrões de interação e emoções, relacionadas qualitativamente entre si e avaliadas dinamicamente de acordo com os eventos do jogo, incluindo os padrões de interação apresentados pelos parceiros de jogo.

1.3.2 População alvo da pesquisa

A população alvo potencial dos resultados desta pesquisa são usuários de jogos educacionais multiusuário que se utilizam destes jogos como ambientes de aprendizagem colaborativa. A capacidade de modelar afetivamente os alunos neste tipo de situação deverá contribuir para a construção de jogos capazes de se adaptarem mais adequadamente à dinâmica de estados afetivos e ao perfil individual de cada usuário.

O estudo considera o caso do *Sudoku Colaborativo*, mas o domínio de aplicação é considerado *transparente* para o modelo. O modelo afetivo apresenta um raciocínio derivado de princípios gerais do *Modelo OCC* e do *Modelo Big-Five* e considera a dinâmica de colaboração representada por uma arquitetura abstrata de jogo (descrita na Seção 4.3), a partir da qual se podem construir jogos sobre outros temas. Supõe-se que o modelo afetivo possa ser ajustado a qualquer jogo que apresente dinâmica de colaboração similar à proposta e empregada neste trabalho.

1.3.3 Delineamento experimental

Foram realizados alguns “Experimentos” em laboratório de computadores interligados em rede. Os sujeitos experimentais participantes da pesquisa interagiram uns com os outros através do jogo *Sudoku Colaborativo*, com acesso pela Internet, caracterizando ao todo uma amostra composta de cinquenta usuários selecionados aleatoriamente.

Os dados detalhados sobre a amostra da população alvo que participou da etapa experimental são descritos na Seção 5.2.1. Dada a recente popularização do passatempo sudoku, por apresentar a possibilidade de variados graus de dificuldade e por se tratar de um jogo que demanda raciocínio lógico-espacial simples, visualização e experimentação, o jogo *Sudoku Colaborativo* tem potencial para atingir um público alvo bastante amplo.

As sessões de jogo foram conduzidas segundo um protocolo experimental definido especificamente para obtenção de dados sobre a dinâmica de colaboração e os estados afetivos

⁴ Uma Rede Bayesiana é formada por um grafo acíclico em que os nós representam variáveis de densidade de probabilidade e os arcos representam relações de probabilidade condicional entre os nós, ou seja, numa rede *causal* os arcos são orientados dos nós condicionantes (*causas*) para os nós condicionados (*efeitos*).

de cada sujeito em relação às próprias ações e às ações de seu parceiro de jogo. Os detalhes desse protocolo são descritos na Seção 5.2.1. Resumidamente, o protocolo experimental empregado compunha-se das seguintes etapas:

- a) Pré-jogo: os alunos são informados sobre o tema e os objetivos da pesquisa, seguido da assinatura do termo de livre participação e respondem a um inventário para determinação de traços de personalidade;
- b) Jogo: os alunos se conectam ao jogo, formam duplas colaborativas e competem com outras duplas, resolvendo os desafios propostos por cerca de uma hora e, durante as partidas, respondem a um questionário de estados afetivos a cada três minutos;
- c) Pós-jogo: os alunos respondem a um questionário sobre sua adesão a determinados objetivos durante o jogo e suas expectativas com relação ao comportamento do(s) parceiro(s) e sobre a interferência do questionário afetivo.

1.3.4 Fontes de dados

Seguindo-se o protocolo experimental citado na Seção 1.3.3 foram levantados dados sobre a personalidade, objetivos durante o jogo, normas comportamentais, padrões de interação e estados afetivos entre os sujeitos experimentais da amostra, através do emprego de um conjunto de instrumentos de coleta de dados, descritos a seguir.

Traços de personalidade

Os dados sobre traços de personalidade dos alunos foram obtidos a partir da aplicação de um “Inventário”, respondido diretamente pelos indivíduos, visando a auto-avaliação em relação a algumas atitudes e comportamentos. O modelo do inventário é apresentado no Apêndice A. São cinquenta frases curtas, cujas respostas do tipo “Múltipla Escolha” mutuamente exclusivas são valoradas segundo uma “Escala de Intensidade” de cinco níveis (tipo *Likert*), variando de “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. O resultado é avaliado de acordo com o *Modelo Big-Five* de traços de personalidade, determinando as tendências do indivíduo em termos de *Extroversão*, *Socialização*, *Escrupulosidade* e *Estabilidade Emocional*. A Seção 2.6 apresenta a fundamentação, descrição detalhada e justificativa para o emprego desse modelo e do instrumento equivalente de coleta de dados, cujo modelo empregado experimentalmente é apresentado no Apêndice A.

Esses dados foram coletados através de versões⁵ do inventário, disponibilizado através da Internet em forma de páginas e formulários HTML e *scripts* de processamento e armazenamento (PHP), caracterizando-se como “Coleta *On-line*”.

Esse instrumento foi empregado para um estudo exploratório dos traços de personalidade da amostra de acordo com o *Modelo Big-Five*, pois não se visava uma “Medição” de aspectos da personalidade de cada sujeito isoladamente. O objetivo limitou-se à exploração no âmbito da amostra experimental de possíveis relações de dependência entre os traços de personalidade avaliados e as demais variáveis propostas no modelo afetivo, particularmente os objetivos e normas comportamentais do aluno.

Objetivos durante o jogo e normas comportamentais do aluno

Os dados sobre os objetivos e as normas do aluno foram obtidos a partir da aplicação de um “Questionário Semi-Estruturado”, respondido pelos indivíduos durante as sessões experimentais de jogo, visando a auto-avaliação do grau de adesão do aluno em relação aos supostos objetivos perseguidos e em relação aos supostos comportamentos esperados do parceiro.

O modelo do questionário é apresentado no Apêndice B. Esse questionário compõe-se de dez questões, das quais cinco sobre objetivos e cinco sobre normas comportamentais. A resposta a cada questão era fornecida através de “Múltipla Escolha”, entre cinco opções mutuamente exclusivas, valoradas segundo uma “Escala de Intensidade” de cinco níveis (tipo *Likert*), variando de “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. Tanto para os objetivos quanto para as normas comportamentais havia também uma questão de “Resposta Aberta”, visando capturar algum objetivo ou alguma norma não previstos na concepção do questionário.

Esses dados foram coletados através de versões do questionário cuja concepção original faz parte deste trabalho de tese, tornadas disponíveis através da Internet em forma de páginas e formulários HTML e *scripts* de processamento e armazenamento (PHP), caracterizando-se como “Coleta *On-line*”.

Interações colaborativas

Definiu-se neste trabalho que durante o processo de colaboração através do jogo educacional, as interações disponíveis para um determinado usuário seriam classificadas

⁵ Visando a aplicação experimental do inventário, realizada com alunos franceses e brasileiros, uma versão francesa foi adaptada para a França, a partir de uma versão previamente aplicada no Canadá. A versão em Português Brasileiro foi traduzida e adaptada a partir da versão original (em Inglês), sugerida pela IPIP (2006).

como: ações diretas coordenadas (jogadas individuais); negociação; comunicação estruturada (mensagens predefinidas). Dentre essas ações capturadas pelo jogo e registradas no histórico do usuário estão, por exemplo, convidar ou ser convidado por um colega para jogar em dupla; responder ou receber uma resposta a um convite para jogar; executar uma jogada individual; propor uma jogada de substituição ou eliminação de jogadas prévias, justificando-a ou não; responder a uma proposta recebida, justificando ou não; enviar ao parceiro ou receber deste uma mensagem de incentivo, ou justificativa, ou repreensiva, ou de impaciência.

Na arquitetura cliente-servidor do jogo *Sudoku Colaborativo*, todas as interações entre os jogadores passam necessariamente pelo servidor de jogo e, dessa forma, esses dados eram registrados no histórico de cada jogador durante as sessões experimentais, caracterizando-se como “Coleta *On-line*”.

Emoções de atribuição

Os dados sobre as emoções foram obtidos a partir da aplicação de um “Questionário Semi-Estruturado”, respondido pelos indivíduos, visando à avaliação das próprias ações e das ações do parceiro durante as sessões experimentais de jogo. Portanto, focando em *emoções de atribuição* a si e ao parceiro, relacionadas à dinâmica de colaboração:

- a) sentir *orgulho* ou *vergonha* das próprias ações;
- b) sentir *admiração* ou *reprovação* pelas ações do parceiro.

O questionário empregado compõe-se de duas questões, uma para as próprias ações e uma para as ações do parceiro, ambas apresentando cinco possibilidades de respostas de “Múltipla Escolha” mutuamente exclusivas (tipo *Likert*), convertidas em cinco níveis de intensidade: a) muito bem; b) bem; c) indiferente; d) mal; e) muito mal.

Conforme a resposta selecionada em cada uma das questões, o questionário tornava disponível um conjunto de respectivas justificativas, com sete possibilidades de “Múltipla Escolha” mutuamente exclusivas e uma “Resposta Aberta”, visando capturar alguma justificativa não prevista na concepção do questionário. Os detalhes sobre o modelo de questionário de emoções são apresentados no Apêndice C.

Esses dados foram coletados através de versões⁶ do questionário incorporado ao jogo *Sudoku Colaborativo* adaptado para experimentação, surgindo na interface do usuário com uma frequência predeterminada, caracterizando o processo como “Coleta *On-line*”.

⁶ De modo semelhante ao inventário de personalidade, o questionário de objetivos e o questionário de emoções foram disponibilizados em versões equivalentes em Português Brasileiro e em Francês.

1.3.5 Análise dos dados

Os dados experimentais foram obtidos seguindo-se o delineamento e as fontes indicadas nas Seções 1.3.3 e 1.3.4. Esses dados experimentais foram analisados à luz das teorias que inspiraram a construção do modelo afetivo, sendo mapeada cada variável sob análise em dois estados discretos, por exemplo, “extrovertido” e “introvertido”.

Sobre os dados brutos foram empregadas ferramentas de estatística descritiva, testes de correlação e testes de significância estatística na busca por indícios quantitativos para sustentar a estrutura qualitativa, a manutenção ou a extinção de conexões (relações de dependência condicional) entre pares de variáveis nos diversos níveis do modelo. Após essa análise, as Tabelas de Probabilidades Condicionais (TPC), que representam o aspecto quantitativo das conexões mantidas no modelo, foram construídas com base nas frequências relativas observadas entre os estados das variáveis condicionantes e condicionadas.

Os dados de traços de personalidade foram correlacionados aos dados de objetivos e aos dados de normas comportamentais. Foram também realizados testes de correlação entre as variáveis dentro dessas categorias, para verificar se essas variáveis poderiam ser consideradas individualmente em relações binárias com variáveis de outras categorias. Os dados de objetivos foram correlacionados com os dados de interações e estes, por sua vez, aos dados de eventos do jogo. Por fim, os dados de eventos do jogo e aqueles relativos às normas comportamentais dos alunos foram correlacionados aos dados de emoções de atribuição.

Até o momento não estão disponíveis bases de dados em larga escala sobre o uso de jogos colaborativos em situações *reais* de ensino e aprendizagem, as quais são necessárias para que se possa construir e validar modelos em Redes Bayesianas que apresentem:

- a) estrutura qualitativa (variáveis e ligações) com alta capacidade de generalização;
- b) relações quantitativas (probabilidades condicionais) representativas.

O detalhamento de todos os instrumentos de coleta e seu emprego segundo o delineamento e o protocolo experimental, assim como o procedimento de análise dos dados obtidos e o respectivo refinamento do modelo afetivo são apresentados na Seção 5.2.

1.4 CONTRIBUIÇÕES

As pesquisas em Computação Afetiva do GIA-UFRGS têm se concentrado em aplicar técnicas de IA a várias situações de Informática na Educação, na busca por atender basicamente a dois objetivos amplos:

- a) modelar adequadamente as emoções do aluno;
- b) responder adequadamente às emoções do aluno.

O escopo do presente trabalho abrange o estudo exploratório e a construção de uma solução para a *primeira etapa* desse processo (item “a” acima), pois se dedicou à modelagem da representação de estados afetivos – personalidade e emoções – e sua inferência através do modelo resultante. A abordagem adotada baseia-se na inferência da emoção a partir da modelagem de seu processo antecedente, ou seja, concentra-se na avaliação cognitiva (*appraisal*) da situação corrente e condiciona probabilisticamente as emoções a outras particularidades do indivíduo, como personalidade, objetivos e normas. Contudo, é mantida a compatibilidade com uma possível extensão futura do modelo para também incorporar alguma representação das conseqüências das emoções, tais como alterações nos níveis de excitação fisiológica (*arousal*), por exemplo, medidas biométricas como batimento cardíaco e pressão sangüínea (PICARD, 1997); bem como alterações nas expressões comportamentais associadas a emoções, por exemplo, expressões faciais (EKMAN; FRIESEN, 2003).

Os trabalhos conhecidos sobre modelagem afetiva do aluno esforçam-se por reconhecer as emoções do aluno no ambiente de aprendizagem em interação com um tutor artificial (BERCHT, 2001; ELLIOT; RICKEL; LESTER, 1997). Por exemplo, esse tutor pode assumir o papel de companheiro de aprendizagem (KORT; REILLY; PICARD, 2001), a forma de um agente credível (ABOU-JAOUD; FRASSON, 1998), um personagem ou agente pedagógico animado (JAQUES, 2004).

Abordagem semelhante tem sido empregada no que tange a afetividade em jogos educacionais. Por exemplo, Katsionis; Virvou (2004) concentram seu modelo afetivo no rendimento obtido pelo aluno e no tempo gasto nas tarefas cognitivas impostas pelo jogo, bem como em padrões de uso do mouse e teclado. Em um ambiente de jogo 3D monousuário, o aluno interage com agentes animados que representam três classes de personagens com papel de “inimigo”, “conselheiro” ou “companheiro”.

Conati e colaboradores têm investigado a inferência das emoções do aluno em um jogo colaborativo (CONATI, 2002; CONATI; ZHOU, 2002; ZHOU; CONATI, 2003; CONATI; MACLAREN, 2004). Entretanto, estes trabalhos não consideram a colaboração no mesmo sentido que o presente trabalho, porque tratam de um modelo desenvolvido para inferir as emoções do aluno em relação si mesmo e em relação a um agente pedagógico (personagem) que apóia o aluno durante a fase de “treino individual” nas atividades do jogo.

A contribuição principal do presente trabalho está em modelar traços da personalidade e emoções do aluno em um jogo que enfatiza o aspecto colaborativo, ou seja, buscar representar e inferir as emoções do aluno em relação a si mesmo e aos demais colegas com os quais interage, em função de sua personalidade. O modelo afetivo considera uma dinâmica de

jogo que envolve ações coordenadas e aproximadamente simétricas por parte de dois jogadores que têm o objetivo de resolver conjuntamente um problema comum à dupla.

Os conhecimentos gerados por esta pesquisa, no que concerne à modelagem de aspectos afetivos do aluno em relação a si mesmo e aos parceiros de jogo, poderão ser aplicados em trabalhos futuros para melhoria dos jogos colaborativos no sentido de responder adequadamente aos estados afetivos dos alunos.

Este trabalho se alicerçou nas experiências anteriores em Computação Afetiva do GIA-UFRGS, por exemplo, Bercht (2001) e Jaques (2004). No esforço contínuo de investigar a modelagem afetiva do aluno, o trabalho agregou novas contribuições científicas e experiências ao grupo:

- a) em termos da aplicação de Informática na Educação, ao propor e explorar um jogo educacional colaborativo;
- b) em termos da representação do conhecimento na modelagem afetiva do aluno, ao construir um modelo estruturado através de Redes Bayesianas;
- c) em termos da metodologia de modelagem, ao propor e empregar um protocolo experimental e um procedimento de refinamento do modelo afetivo dirigido a partir dos dados experimentais obtidos.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

As demais seções deste documento estão organizadas da seguinte forma:

O Capítulo 2 aborda alguns fundamentos teóricos sobre emoção e afetividade, visando sua delimitação no contexto da Psicologia Cognitiva.

O Capítulo 3 aborda o tema da afetividade em aplicações de Informática na Educação, segundo uma abordagem de Computação Afetiva, com especial atenção para o tema das emoções na interação humano-computador e a problemática da modelagem afetiva do aluno.

O Capítulo 4 trata de jogos educacionais, com ênfase em jogos colaborativos, para em seguida detalhar o jogo *Sudoku Colaborativo*, um protótipo que foi projetado, implementado e empregado como parte deste trabalho de tese para o estudo exploratório e a construção de um modelo afetivo do aluno em jogo de colaboração.

O Capítulo 5 apresenta a modelagem afetiva do aluno em interação através de jogo colaborativo: descrevendo as bases e o funcionamento do modelo de inferência, além das informações representadas e do procedimento empregado para o refinamento do mesmo; detalhando o protocolo e os experimentos de coleta de dados; apresentando e analisando os resultados obtidos e as respectivas alterações no modelo resultante.

O Capítulo 6 apresenta algumas conclusões alcançadas, limitações atuais e perspectivas futuras para a continuidade deste trabalho de pesquisa.

2. SOBRE EMOÇÕES E AFETIVIDADE

Neste capítulo são apresentados alguns fundamentos teóricos sobre emoção e afetividade, considerados essenciais para a compreensão do tema no contexto da psicologia cognitiva, particularmente a linha da cognição social, aplicada neste trabalho.

A Seção 2.1 expõe um panorama histórico com algumas das principais teorias filosóficas e científicas sobre emoção e afetividade ao longo da história do ocidente. Com isso, pretende-se mostrar as nuances conceituais ocorridas conforme a discussão se deslocou no tempo, a partir do campo das explicações metafísicas e da filosofia da mente, passando pela afirmação científica da psicologia, até as ciências cognitivas.

Para a demarcação dos limites conceituais do presente trabalho de pesquisa, a Seção 2.2 apresenta uma visão geral das definições de emoção e afetividade na perspectiva da psicologia cognitiva contemporânea.

A Seção 2.3 resume as principais linhas teóricas correntemente observadas na psicologia da emoção, suas distinções fundamentais e focos de pesquisa, segundo a classificação proposta por Scherer (2000).

A Seção 2.4 descreve os principais focos de pesquisa de acordo com a abordagem cognitiva da emoção.

A Seção 2.5 descreve o *Modelo OCC*, de Ortony; Clore; Collins (1988), no qual o presente trabalho de pesquisa se baseou para propor um modelo aplicado de inferência de emoções (Capítulo 5).

A Seção 2.6 aborda a caracterização de personalidade, detalhando o *Modelo Big-Five* (GOLDBERG, 1990, 1992), empregado neste trabalho para incorporação de traços de personalidade ao modelo afetivo do aluno (Capítulo 5).

2.1 UMA BREVE RETROSPECTIVA DAS TEORIAS DE EMOÇÃO

Na cultura ocidental, remontam à Grécia antiga⁷ os primeiros registros da busca por compreender a gênese, forma, função e as relações entre os diversos aspectos da mente humana, entre os quais as emoções e a afetividade. Entretanto, ao que hoje se refere como *mente*, grosso modo, os antigos gregos se referiam como *alma*.

2.1.1 As emoções segundo Platão e Aristóteles

A filosofia de Platão (428/7 – 347 a.C.) propõe que existe uma separação entre o mundo físico aparente e o mundo das idéias. O mundo físico e imperfeito pode ser apenas

⁷ Mais especificamente, os séculos V e IV a.C. compreendem o período em que viveram os filósofos gregos que mais influenciariam o pensamento ocidental.

percebido, através dos sentidos. O mundo *real* é transcendente, composto pelas idéias ou formas eternas, intangíveis e indestrutíveis. No VII Livro de *A República*, ao criar o *Mito da Caverna*⁸, Platão descreve o itinerário que conduz do mundo sensível das aparências ao mundo inteligível da verdade.

A alma humana é descrita por Platão como composta por duas porções: uma imortal e outra mortal. A possibilidade de *conhecer* pertence à alma imortal e racional, localizada na cabeça, que é portanto o sítio da razão. A alma mortal subdivide-se em duas partes: a parte alta é dita *irascível*, situada no tórax, berço da energia moral e das emoções, como a coragem e a cólera; a parte baixa é dita *concupiscente*, situada na região umbilical, está relacionada aos apetites, desejos, prazeres e dor (SIQUEIRA-BATISTA; SCHRAMM, 2004).

Tendo sido discípulo de Platão, Aristóteles (384/3 – 322 a.C.) criou suas próprias teorias sobre o intelecto, a partir de um trabalho respeitável de observação exaustiva dos aspectos biológicos. Entre outras coisas, Aristóteles acreditava que a gênese do conhecimento é empírica e que alma e corpo são *aspectos distintos de uma mesma substância*. A despeito de seus equívocos em relação à fisiologia, por exemplo, ao considerar o coração como o centro das sensações, propôs que são cinco as funções cognitivas: sensação, imaginação, memória, razão prática e razão criativa.

Aristóteles sustentava que as paixões são “movimentos que atuam sobre a alma” (PUENTE, 2006, p.17), que produzem estados passionais na alma. Estes estados passionais são as *emoções*, ou seja, “as causas devido as quais os homens alteram seus juízos” (PUENTE, 2006, p.18). Essa possível distinção entre paixão (enquanto movimento causador) e emoção (enquanto estado resultante) é objeto de controvérsia entre os intérpretes de sua obra. Entretanto, há razoável consenso de que as emoções não se configuram na obra de Aristóteles como meros sentimentos ou sensações, mas possuem também uma dimensão cognitiva, pois se configuram como *sentimentos* acompanhados de uma *crença* e que possuem um *substrato fisiológico* associado.

Elementos essenciais da tragédia grega⁹, a *piedade* e o *medo* são bastante destacados nas obras de Platão e Aristóteles e em tratados médicos da época, geralmente acompanhados de uma descrição das reações fisiológicas que lhes eram atribuídas. Puente (2006, p.18)

⁸ A metáfora filosófica chamada *Mito da Caverna* pode ser resumida no seguinte: homens acorrentados numa caverna, de costas para a luz da entrada, enxergam apenas a sombra dos objetos projetada na parede, mas crêem estar vendo os objetos reais, pois essa é a única *realidade* a que têm acesso. Segundo Platão, essa é a condição humana: enxergar apenas a *aparência* (fenômenos) e jamais a *realidade* (idéias).

⁹ Originada dos rituais das festas de Dioniso, desde o século V a.C. a *tragédia* é uma peça de teatro em que personagens ilustres representam ações que expõem as paixões humanas, com o intuito de provocar piedade e terror na platéia, numa tensão permanente, aliviada no final, por meio da catarse.

apresenta uma tradução a partir da língua grega para as definições de Aristóteles para o medo: “um tipo de dor ou uma perturbação derivada da representação de um mal iminente, ruinoso ou penoso”; e para a piedade:

um tipo de dor provocada pela representação de um mal ruinoso ou penoso que ocorre a alguém que não o merece, um mal que também pode nos fazer sofrer ou fazer sofrer a alguém próximo de nós, principalmente quando esse mal nos pareça próximo.

Uma interpretação destas definições é que Aristóteles acreditava que o medo e a piedade são percebidos como sensações negativas (*um tipo de dor ou uma perturbação*). O medo provém de uma crença (*representação*) de que algo negativo (*mal, ruinoso, penoso*) está em perspectiva (*iminente*) de ocorrer. A piedade provém de uma crença de que algo negativo e não merecido ocorre a outrem. E aquele que tem piedade também pode sofrer, particularmente quando o objeto da piedade for alguém próximo.

Apesar do nível de avanço científico e tecnológico alcançado nos dias atuais, muitas das idéias de Platão e Aristóteles ainda hoje reverberam e são fontes de discussão. Até o século XV o mundo ocidental era basicamente a Europa cristã. Nesse contexto, se sustentaram particularmente as idéias que serviam aos interesses dos poderes monárquicos e religiosos, por exemplo, a idéia platônica de que as emoções e paixões são como cavalos bravos que devem ser domados pela razão. Isso também pode ser observado no tratamento diferenciado que ainda persiste em algumas culturas para os chamados *crimes passionais*.

2.1.2 O racionalismo cartesiano e o lugar das emoções

Outro marco que influenciou a evolução do conhecimento sobre emoções é a obra do filósofo e matemático francês René Descartes, considerado o fundador da moderna controvérsia a respeito das relações entre mente e corpo (filosofia da mente). É importante salientar que, ao que hoje se denomina como *mente*, Descartes e mesmo alguns estudiosos posteriores a ele (ainda) se referem como *alma* ou *espírito*.

Descartes funda um método próprio para a condução da razão em busca da verdade nas ciências. Ele inicia por duvidar de tudo que não esteja *claro* em seu raciocínio, tudo que possa vir da *enganação* dos sentidos, restando apenas a única certeza cartesiana: a existência do espírito racional que duvida (DESCARTES, 1998).

A filosofia cartesiana parte de uma premissa a que se convencionou chamar de *dualista*, por defender a separação entre mente e corpo, como afirma em suas *Meditations*: “a alma do homem é de fato distinta do corpo” (DESCARTES, 1998, p.106). Segundo essa visão, o espírito é racional, imaterial, não extenso, indivisível e portanto cognoscível pelas

ações de sua natureza, que são os pensamentos; por outro lado, a matéria (inclusive o corpo humano) é extensa, divisível e portanto cognoscível pela expressão de sua natureza, que é a extensão. Descartes acreditava que a ligação entre corpo e alma se desse através da glândula pineal (Figura 2.1), localizada no cérebro, numa visão transcendental que permanece ainda hoje em algumas correntes religioso-filosóficas.

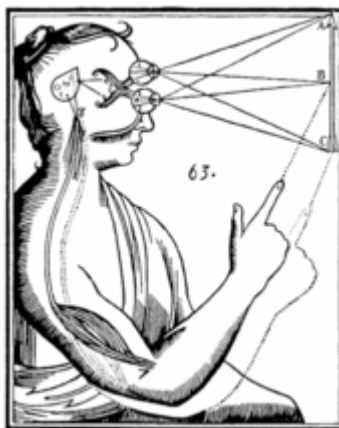


Figura 2.1: Esquema de funcionamento da glândula pineal segundo Descartes (reproduzido de http://pt.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%A2ndula_pineal)

Transportando a visão cartesiana para uma perspectiva contemporânea, significa aproximadamente a dizer que aquilo que está fora da consciência racional, por conseguinte está fora da mente. Essa posição é importante, haja vista que boa parte dos debates em psicologia, particularmente ao longo do século XX, se dariam em torno de temas relativos à consciência e sua acessibilidade, sobre suas relações com a linguagem e a validade dos relatos em primeira pessoa, entre outros. Essa discussão sobre o papel da *consciência*¹⁰ nos processos mentais influencia o conceito de mente em geral e a pesquisa contemporânea sobre emoções em particular, conforme será abordado mais adiante (Seções 2.1.4 a 2.1.9).

2.1.3 Darwin e o estudo das expressões emocionais universais

Outra temática ainda hoje presente no debate científico sobre emoções diz respeito à existência de *emoções básicas*, que podem ser definidas em termos atuais como “reações padronizadas e inatas que são controladas por sistemas cerebrais interligados” (LeDOUX, 2001, p.102). Os pesquisadores que sustentam essa posição, geralmente o fazem procurando validar hipóteses sobre os padrões universais de expressões emocionais, correlatas a essas emoções básicas (PANKSEPP, 1994). A existência de tais padrões foi primeiramente

¹⁰ O termo “consciência” (do inglês *consciousness*) é usado neste texto como estado mental equivalente a estar desperto, com a percepção de si mesmo e ao mesmo tempo ciente dessa percepção. Esta acepção difere da “consciência de fundo moral” (do inglês *conscience*), relacionada ao juízo de bem ou mal.

sugerida por Charles Darwin, a partir de sua observação indutiva. Pode-se considerar que a obra de Darwin marca o início da pesquisa moderna sobre emoções, por suas observações sobre expressões emocionais e a existência de mecanismos de emoção universais e inatos (DARWIN, 1872).

Conforme proposto originalmente por Darwin (1859), um processo de seleção natural se desenvolve através da maior adaptação ao ambiente físico e social de uma parte dos seres vivos e, conseqüentemente, sua maior chance de sobrevivência e transmissão da herança genética às gerações subseqüentes. Dessa forma, ao longo do tempo, determinadas características são selecionadas e reforçadas, em detrimento de outras que se enfraquecem e até mesmo desaparecem.

Acredita-se que sejam transmitidos hereditariamente não apenas aspectos físicos, mas também comportamentos inatos, como é o caso de algumas expressões comportamentais associadas com emoções (DARWIN, 1872). A capacidade de expressar e reconhecer emoções a partir das expressões correspondentes é uma forma importante de comunicação para muitas espécies, entre as quais a humana. A possibilidade de reação rápida em situações de risco e a comunicação baseada em expressões comportamentais emocionais resultariam em um maior grau de adaptação ao ambiente físico e social. Advindo daí uma gradual seleção e aperfeiçoamento das emoções ao longo da história filogenética da espécie.

Darwin (1872) relata alguns comportamentos associados com emoções, surpreendentemente semelhantes para uma vasta gama de animais em diferentes posições da escala evolutiva, por exemplo, eriçar os pelos em situações de perigo. Observa também que as semelhanças são mais intensas entre espécies de parentesco mais próximo, por exemplo, entre o ser humano e os demais primatas.

Para o caso específico de seres humanos colocados em situações semelhantes e supostamente experimentando emoções também semelhantes, Darwin (1872) sugere semelhanças acentuadas nos comportamentos corporais, em especial nas expressões faciais. Estudos mais amplos mostraram que essas conclusões de Darwin são válidas mesmo entre pessoas de culturas pouco relacionadas e inclusive para pessoas em condições de impossibilidade de aprendizagem por observação e imitação, por exemplo, pessoas cegas de nascença (LeDOUX, 2001). Os modelos teóricos de emoções básicas e padrões de expressões comportamentais associadas, serão abordados na Seção 2.3.2.

2.1.4 O advento da psicologia científica: estruturalismo e funcionalismo

Nas últimas décadas do século XIX a Psicologia se firmou como uma ciência separada da Biologia e da Filosofia. O primeiro debate travado no âmbito da então nova ciência dizia respeito a *como descrever e explicar* a mente e o comportamento humano. A esse respeito surgiram logo cedo duas correntes de pensamento distintas, o estruturalismo e o funcionalismo.

O estruturalismo surgiu como a primeira corrente da psicologia, nos trabalhos pioneiros de Wilhelm Wundt, fundador do primeiro laboratório de psicologia experimental, em Leipzig, Alemanha. Os pesquisadores estruturalistas focavam seu trabalho em quebrar os processos mentais em seus componentes mais básicos e aplicar um método baseado em introspecção com o intuito de compreender esses elementos básicos da consciência (WUNDT, 1897).

O funcionalismo surgiu um pouco mais tarde, como uma espécie de reação ao método estruturalista. Para explicar os processos mentais, os funcionalistas ainda aceitavam a introspecção, mas defendiam o uso de métodos considerados mais sistemáticos e apurados, por exemplo, a observação e a aplicação de critérios científicos menos subjetivos aos dados obtidos pela introspecção. O foco funcionalista está em explicar os *propósitos* (ou funções) da consciência e do comportamento, ao invés de tentar explicar *o que são* os próprios elementos da consciência. As influências mais marcantes no início da psicologia funcionalista se devem às idéias precursoras de William James (JAMES, 1890) e à extensão da teoria da seleção natural para a espécie humana (DARWIN, 1872, 1882).

Nas visões manifestas de seus precursores (JAMES, 1904; WUNDT, 1897), as correntes estruturalista e funcionalista apresentavam divergências irreconciliáveis. Contudo, essas correntes precursoras da psicologia cognitiva se concentravam ambas no sujeito consciente como objeto de pesquisa (CALKINS, 1906).

Embora ambas as correntes tenham desaparecido da psicologia em suas formas originais, para a contextualização deste trabalho de pesquisa, interessa examinar um pouco mais detalhadamente a corrente funcionalista. Segundo Vignaux (1991), de uma derivação dos princípios funcionalistas originaram-se o movimento cognitivista e a Inteligência Artificial, ambos estreitamente relacionados com a fundamentação e as aplicações do presente trabalho. Nesta direção, aborda-se a seguir a teoria de emoção de William James, o mais influente pioneiro da psicologia funcionalista.

2.1.5 William James e a teoria do *feedback* sensorial

Até o advento da psicologia científica, havia essencialmente a preocupação em responder à questão: *o que é a emoção?* William James deu sua principal contribuição para o estudo da emoção ao propor a substituição deste questionamento por outro, de cunho funcionalista. James (1884) argumenta que apenas se podem explicar os processos que ocorrem no transcurso do *circuito emocional*, ou seja, o que ocorre no caminho entre o estímulo até o sentimento. Especificamente, a questão levantada por James dizia respeito à precedência causal desses eventos ou processos: *os sentimentos provocam as reações emocionais do corpo, ou as reações emocionais é que provocam os sentimentos?* Ao que respondeu aderindo à segunda hipótese:

Nossa maneira mais natural de pensar sobre estas emoções padrão é que a percepção mental de certos fatos estimula a disposição mental chamada emoção, e que este último estado da mente dá origem à expressão corporal. Minha tese, ao contrário, sustenta que *as mudanças corporais seguem diretamente da PERCEPÇÃO do fato estimulante e que nossa sensação das mesmas mudanças no momento em que ocorrem É a emoção* (JAMES, 1884, p.189, grifos do original).

Por “emoções padrão” entende James (1884, p.189) “aquelas que apresentam uma expressão corporal distinta”. Partindo das premissas de que emoções são acompanhadas por alterações fisiológicas (aceleração cardíaca, pressão sanguínea, tensão muscular, suor nas mãos, ereção dos pêlos, etc) e de que as pessoas têm percepções do que ocorre tanto dentro quanto fora do corpo, James (1884) propõe que a percepção de um estímulo provoca uma alteração corporal identificável (na forma de respostas fisiológicas singulares). A percepção interna de tais mudanças corporais, ou seja, o *feedback* sensorial que o cérebro recebe do corpo, dá origem a uma sensação que é interpretada como uma determinada emoção. Resumidamente, essa explicação para o circuito emocional equivale a afirmar que o aspecto fisiológico precede a experiência mental emocional em um sentido causal, ou seja, a fisiologia determina o sentimento.

A teoria de James, que defendia a primazia do *feedback* sensorial para a gênese de uma experiência emocional, permaneceu exercendo forte influência na pesquisa sobre emoções por cerca de quatro décadas. Essa perspectiva seria questionada pelo fisiologista Walter Cannon, a partir dos resultados de seus experimentos com estados de emoção intensos.

Segundo Cannon (1927), as mudanças corporais que acompanham os estados intensos de emoção configuram uma *reação de emergência*, um mecanismo de *excitação fisiológica* disparado sempre que o organismo se encontra numa situação que possa precisar despendar mais energia. Essas reações são em geral ambíguas e mais lentas do que as sensações

associadas. Portanto, não há distinção suficiente entre as reações para discriminar entre as emoções e “nós já estamos sentindo a emoção quando essas reações acontecem” (LeDOUX, 2001, p.42).

Embora James e Cannon divergissem quanto à capacidade do *feedback* corporal ser ou não responsável pela discriminação entre as diferentes emoções, ambos concordavam que essas reações corporais fazem as experiências mentais emocionais serem distintas das experiências mentais não emocionais. Contudo, com o advento do comportamentalismo (*behaviorismo*), todo o quadro científico da psicologia sofreria mudanças significativas, mudando-se o foco de investigação para o comportamento.

2.1.6 Comportamentalismo: emoção é (mais um) *fantasma na máquina*

Surgida nos EUA por volta do início do século XX, a corrente comportamentalista parte da premissa de que a psicologia é a ciência do comportamento e não a ciência da mente. Os psicólogos comportamentalistas buscam confirmar “hipóteses sobre eventos psicológicos em termos de critérios comportamentais” (SELLARS, 1963 apud GRAHAM, 2005). Neste sentido, encaram as emoções como formas de orientar o comportamento (SKINNER, 1989), ou seja, como uma maneira de agir em determinadas situações. Sobre essa visão, LeDOUX (2001, p.43) destaca:

O conceito de emoção enquanto estado subjetivo costumava ser citado pelos behavioristas como o principal exemplo de idéia obscura que deveria ser rejeitada pela psicologia científica. Constituía uma das principais invenções mentais, fantasmas na máquina, criada pelos psicólogos com o objetivo de superar a própria incapacidade de explicar o comportamento.

Mais do que isso, na visão comportamentalista, os conceitos de mente, emoções e sentimentos, enquanto fenômenos da experiência subjetiva, não se constituem objetos legítimos de serem investigados cientificamente (DENNETT, 2000; LAZARUS, 1993).

É importante ressaltar que o princípio da observação dos comportamentos permanece até hoje como um fundamento científico da psicologia. Por outro lado, a negação em *também* considerar a investigação das atividades mentais, confere ao comportamentalismo um viés *positivista*¹¹ e se constitui na sua principal fraqueza.

A corrente comportamentalista permaneceu dominante na psicologia, mais acentuadamente nos EUA, até a década de cinquenta, quando começou a perder espaço no

¹¹ Por sua visão da psicologia como ciência natural, o comportamentalismo assume pressupostos do positivismo do século XIX: monismo, mecanicismo, determinismo, operacionismo (AZEVEDO, 1992).

transcurso da chamada *revolução cognitivista*, um movimento que *redescobriu* a mente como objeto de pesquisa, ao fundar as ciências cognitivas (modernas).

2.1.7 As ciências cognitivas (modernas) e o cognitivismo

Durante o apogeu comportamentalista, o debate científico das questões da mente e, por conseguinte, dos fenômenos emocionais subjetivos, se tornou até mesmo um tanto ridicularizado (LAZARUS, 1993). Entretanto, na década de quarenta começaram a surgir idéias que devolveriam o status de objeto científico ao conceito de mente, embora num primeiro momento essa atenção se voltasse apenas à *mente cognitiva*.

Daquele momento em diante, as diversas ciências que se integraram nesse esforço de redescobrimto da mente passaram a ser genericamente denominadas de *Ciências Cognitivas*¹² (THAGARD, 2004) ou *Ciências e Tecnologias da Cognição* (VARELA, 1994), aquelas ciências “cuja finalidade é descrever, explicar e, eventualmente, simular as principais disposições e capacidades do espírito humano – linguagem, raciocínio, percepção, coordenação motora, planificação...” (ANDLER, 1989 apud VIGNAUX, 1991).

Entre as *disciplinas* implicadas mais comumente nessas tarefas estão a Lingüística, a Inteligência Artificial, as Neurociências, a Psicologia e a Epistemologia¹³, embora nos dias de hoje seja possível encontrar cientistas cognitivos na Antropologia, na Sociologia, na Física e na Matemática, entre outras áreas (LeDOUX, 2001; VARELA, 1994; VIGNAUX, 1991).

Numa primeira etapa, caracterizada por Varela (1994) como *Movimento Cibernético*¹⁴, introduziu-se a idéia de que a lógica matemática era a abordagem a partir da qual se deveria estudar o cérebro, a mente e o comportamento (McCULLOCH; PITTS, 1943; TURING, 1950; WIENER, 1948). Esse argumento começava a retirar dos filósofos e psicólogos a exclusividade em explicar cientificamente a cognição.

Numa segunda etapa, cujo início costuma ser apontado como o ano de 1956, surge nas ciências cognitivas o movimento que se convencionou chamar de *Cognitivismo* (VARELA, 1994), ou de *Cognitivismo Clássico* (VIGNAUX, 1991).

¹² A denominação *Ciências Cognitivas Modernas* também é válida porque algumas dessas questões da cognição já vinham sendo exploradas desde os primórdios da filosofia (ver início da Seção 2.1). Deste ponto em diante, este texto irá se referir a elas simplesmente como ciências cognitivas.

¹³ O termo *epistemologia* é usado aqui em sua conotação anglo-saxônica de *teoria do conhecimento*.

¹⁴ Wiener (1948) emprega o termo *cybernetics* como “todo o campo da teoria da comunicação e controle, em máquinas ou em animais”. *Cybernetique* havia sido usado pelo físico francês Ampère e *cypernetyki* pelo filósofo polonês Trentowski, ambos cerca de cem anos antes de Wiener (SCHWARZ, 1998). Já Platão empregara o grego *kybernetike* (a arte da navegação), referindo-se a governar uma comunidade.

A hipótese ontológica central do cognitivismo parte da premissa de que o cérebro é um sistema cujos estados físicos representam informações (THAGARD, 2004). Neste sentido, uma explicação dos estados mentais cognitivos, puramente baseada na biofísica e bioquímica do cérebro não é suficiente e deve ser completada por uma explicação em nível representacional (VIGNAUX, 1991).

O então novo conceito de uma mente de cunho representacional simbólico começou a tomar corpo nos trabalhos de alguns dos primeiros teóricos cognitivistas, de diferentes matizes e em diferentes áreas de atuação, por exemplo, na Filosofia (PUTNAM, 1960), na Lingüística (CHOMSKY, 1956, 1959, 1968) e na Inteligência Artificial (MINSKY; PAPERT, 1969).

Em termos da psicologia cognitiva, esta abordagem é referida como *Teoria Computacional da Mente* ou como *Psicologia Computacional* (FODOR, 2000), pois “assume que a mente tem representações mentais análogas a estruturas de dados do computador e procedimentos similares aos algoritmos computacionais” (THAGARD, 2004), no sentido do processamento de dados.

Outras abordagens surgiram nas ciências cognitivas, algumas capazes de prescindir da manipulação simbólica como analogia para a cognição, por exemplo, o *conexionismo* (KOVÁCS, 1997) e a *autopoiese* (MATURANA; VARELA, 1997). Entretanto, o cognitivismo segue como a corrente mais influente na ciência cognitiva contemporânea, com reflexos intensos na psicologia e na IA, particularmente a IA rígida, esta última a “projeção literal da hipótese cognitivista” (VARELA, 1994, p.36).

O *Modelo OCC* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988), baseado no qual o presente trabalho propõe um modelo computacional de inferência de emoções, assim como o próprio modelo aplicado a um jogo educacional colaborativo, apresentam fortes vínculos teóricos e tecnológicos com o cognitivismo e a IA, particularmente no que tange ao aspecto representacional.

2.1.8 Inconsciente cognitivo e inconsciente dinâmico

As teorias relativas à emoção e afetividade tributárias do campo psicanalítico foram deliberadamente deixadas de fora desta *retrospectiva*, apesar da relevância histórica da corrente inaugurada por Sigmund Freud, particularmente no que se refere ao papel do inconsciente na vida mental. Embora a psicologia cognitiva e a psicanálise gerem explicações para os fenômenos aos quais se referem como *emoções*, elas procuram fazê-lo a partir de

pressupostos e meios distintos. Essa distinção de perspectivas se traduz em teorias e práticas de investigação por vezes incompatíveis.

No presente trabalho de pesquisa, adota-se o pressuposto cognitivista de que a mente – e em particular os processos mentais relacionados com a emoção – são apenas parcialmente acessíveis à consciência. Entretanto, como destaca LeDOUX (2001, p.28) “o inconsciente cognitivo não é igual ao inconsciente dinâmico ou freudiano”.

Em termos sintéticos, a idéia de inconsciente cognitivo significa tão somente que uma parte – diga-se, a maior parte – do processamento da informação é executada pelo cérebro em nível subsimbólico, através de uma coleção de *processos* subjacentes, maciçamente paralelos, não acessíveis diretamente à consciência (BAARS, 1988; MINSKY, 1989). O acesso consciente se dá apenas a uma parte dos *conteúdos* resultantes desses processos, através da percepção interna das informações disponíveis na *memória de trabalho*¹⁵, que em termos neurológicos é um sistema de memórias de curta duração, provavelmente suportado pelo córtex pré-frontal (D'ESPOSITO et al., 1995; JONIDES et al., 1993).

A opção por essa explicação de inconsciente cognitivo complementar à idéia de consciência enquanto *percepção da memória de trabalho* traduz uma posição epistemológica cognitivista que tem sido objeto de críticas (BUTTON et al., 1998; DREYFUS, 1972, 1992; KOVÁCS, 1997; SEARLE, 1996). Críticas estas que apontam para uma insuficiência em explicar, por exemplo, como o cérebro produz fenômenos privados tais como as sensações de *aqui e agora* e o sentimento de *self*¹⁶.

Neste texto, não se objetiva aprofundar a discussão sobre *o que é* a consciência ou *como é* produzida pelo cérebro. Esse é um problema em aberto, sobre o qual se apresentam várias alternativas teóricas (por exemplo, BAARS, 1988, 1997; CHURCHLAND, 1984; DAMÁSIO, 1996; DAVIDSON, 1996; DENNETT; KINSBOURNE, 1992; MATURANA; VARELA, 2002; MINSKY, 1989; MORIN, 1999; PENROSE, 1991; PLACE, 1988; SEARLE, 2000; TEIXEIRA, 2000; ZOHAR, 1990). Tão somente defende-se aqui a aplicabilidade da idéia geral de inconsciente cognitivo, haja vista sua compatibilidade com os fundamentos das teorias e modelos cognitivos de emoção, conforme será tratado a seguir.

¹⁵ O funcionamento do sistema cerebral denominado *memória de trabalho* ou *memória operacional* é bastante complexo e apresenta intrincadas relações com os diversos sistemas e vias perceptivas. Uma descrição acessível e mais referências sobre o assunto são fornecidas por LeDoux (2001).

¹⁶ O termo *self* não apresenta tradução em língua portuguesa. Está relacionado à percepção consciente de si mesmo, ao estado mental que dá ao indivíduo a sensação de *primeira pessoa*.

2.1.9 O surgimento das teorias de avaliação cognitiva

No estudo das emoções, uma das implicações da influência cognitivista se deu com o surgimento da abordagem cognitiva da emoção, caracterizada de certa forma como uma visão da “emoção como cognição” (LeDOUX, 2001, p.62).

Uma das implicações das escolhas metodológicas e epistemológicas do cognitivismo foi, ao menos num primeiro momento, a opção por estudar os processos cognitivos e dar pouca ou nenhuma atenção aos demais processos mentais, como atesta Vignaux (1991, p.13) “se não podemos negar a importância da intervenção de fatores sociais, afetivos, históricos e culturais na cognição, podemos escolher, numa primeira etapa, ignorá-los; o que não deixa de ter conseqüências epistemológicas graves”.

Embora não tenha havido inicialmente nas ciências cognitivas uma preocupação em considerar aspectos ligados a emoção e afetividade, quer seja por desinteresse ou incapacidade de tratá-los, as idéias cognitivistas se difundiram no meio acadêmico de uma forma ampla o bastante para influenciar a pesquisa sobre emoções.

Até a década de sessenta, mantinha-se a polêmica entre James e Cannon a respeito do papel exercido pelo *feedback* corporal (a informação ao cérebro sobre um estado de excitação fisiológica), no processo de discriminação consciente entre as diferentes emoções, ou seja, na vivência de uma experiência emocional.

Por um lado, havia a teoria de James (1884) de que o *feedback* corporal do nível de excitação exerce um papel fundamental para a diferenciação de uma experiência emocional, ao que James não fazia a distinção sistemática que hoje se considera entre emoção e sentimento. De outra parte, Cannon (1927) demonstrara não haver diferenças suficientes nos padrões do *feedback* corporal ou sequer um tempo de resposta curto o bastante para permitir a discriminação entre as diferentes emoções.

Frente a esse impasse, Schachter; Singer (1962) sugerem que a lacuna entre a ambigüidade das reações e a especificidade dos sentimentos é preenchida pela cognição. Essa teoria propõe que para se ter uma experiência emocional é necessário e suficiente uma *excitação fisiológica* e uma *explicação cognitiva*. Ao ser informado, através do *feedback* interno, que o organismo está em excitação, o cérebro busca explicar cognitivamente este estado orgânico (físico corporal) em termos do contexto corrente de eventos e pensamentos, ou seja, em termos das possíveis causas internas ou externas.

A teoria de Schachter; Singer (1962) explicava alguns aspectos de uma experiência emocional, mas não a origem do *feedback* e da emoção, uma vez que a percepção consciente de que se está experimentando uma emoção é posterior ao surgimento desta. Apesar disso, a

idéia da explicação cognitiva sedimentou-se a ponto de fazer com que a psicologia da emoção passasse desde então a estudar essencialmente o papel da cognição nas emoções (LeDOUX, 2001).

Como dito acima, faltava explicar o que ocorre no primeiro estágio do circuito emocional, entre o estímulo e a emoção. Dando ao problema uma explicação que integra princípios de teorias de emoção e personalidade, Magda Arnold baseou-se em indícios psicológicos, neurológicos e fisiológicos dos fenômenos afetivos, para sustentar que um processo cognitivo é o responsável pela tarefa em questão (ARNOLD, 1960). Aproximadamente na mesma época que Arnold, Richard Lazarus também aderiu à idéia básica de avaliação cognitiva (LAZARUS; ALFERT, 1964).

Segundo Arnold (1984), ao perceber um estímulo, o cérebro executa uma avaliação cognitiva, denominada *appraisal*, um processo inconsciente e complementar à percepção, produzindo imediatamente uma tendência à ação em relação a objetos e eventos presentes (ou supostamente presentes) no estímulo.

Através do *appraisal*, o cérebro faz uma apreciação mental do dano ou benefício potencial de uma situação que está sendo objeto da percepção, ou seja, atribui ao estímulo um valor positivo (no sentido de gostar, aprovar) ou um valor negativo (no sentido de não gostar, desaprovar).

A seqüência percepção-*appraisal*-emoção é de tal modo entrelaçada que simplesmente não há tempo hábil para decidir ou formar conscientemente um juízo de valor da situação. A emoção ocorre como uma reação que se manifesta como uma tendência à ação em relação ao estímulo. Em seguida, a emoção é percebida conscientemente na forma de um sentimento, ou seja, uma explicação cognitiva gerada em função do contexto de pensamentos e sensações internas e de eventos físicos e situações sociais (ARNOLD, 1984).

A partir do trabalho seminal de Arnold, diversas teorias de emoção adotaram variações da idéia de *appraisal*, geralmente caracterizado como o processo cognitivo antecedente, que atua na avaliação e regulação das condições de disparo das emoções (FRIDJA, 1987; GROSS, 1998; LAZARUS, 1991; LEWIS, 2005; OCHSNER; GROSS, 2005; ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; SCHERER, 1982). Porém, esta não é a única abordagem atual na psicologia da emoção, como será visto na Seção 2.3.

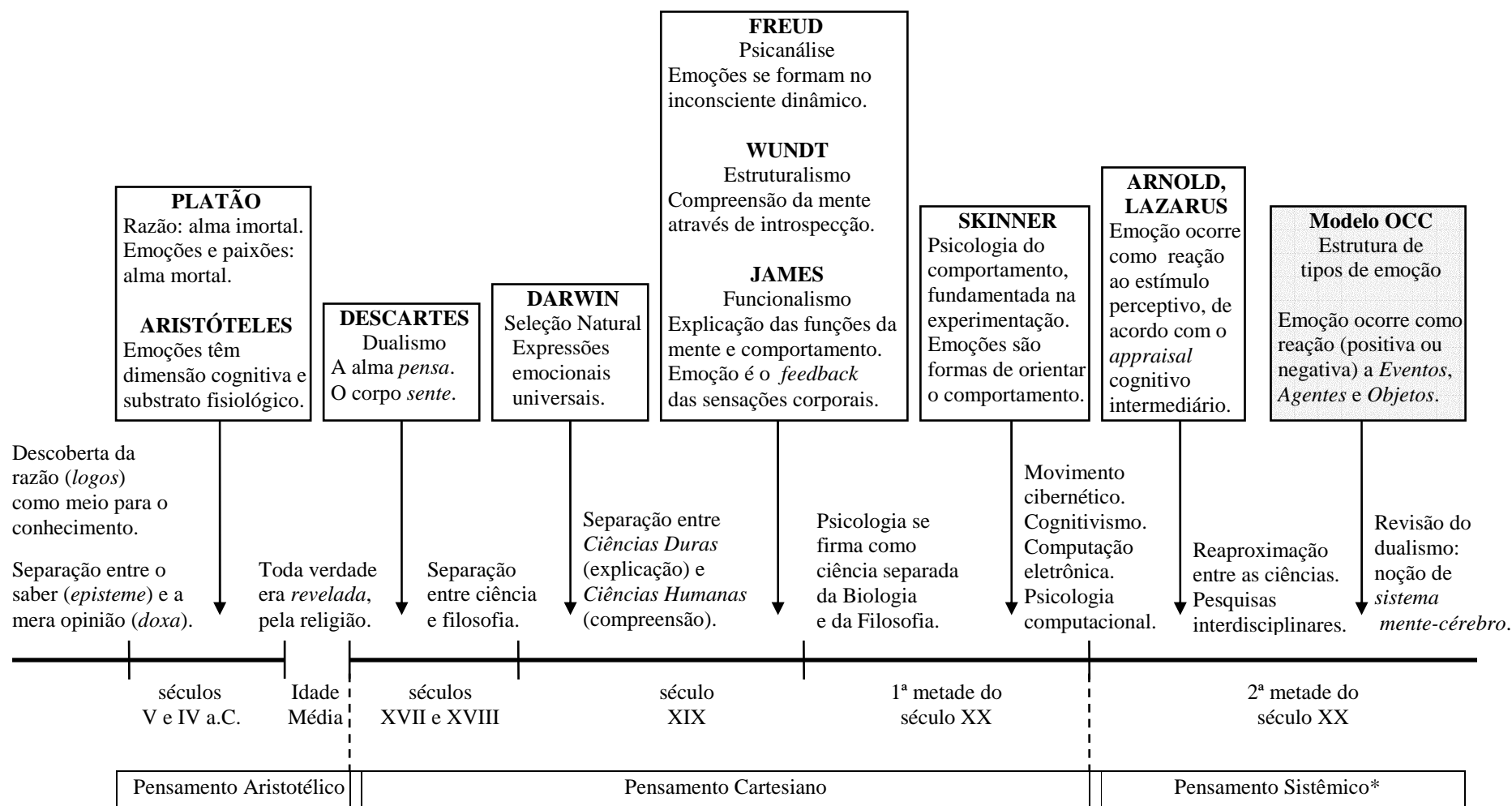
2.1.10 Resumo da revisão teórica

Apresentou-se até aqui (Seção 2.1) um panorama com algumas idéias e teorias filosóficas e científicas a respeito de emoção e afetividade, selecionadas segundo sua

relevância histórico-científica para a contextualização do tema no âmbito das ciências cognitivas, no qual se insere o presente trabalho de pesquisa.

Especialmente procurou-se destacar os principais momentos do processo histórico que propiciou o surgimento do contexto teórico cognitivista, dentro do qual se originou a linha teórica que trata a emoção como *reação à avaliação cognitiva da situação* (modelo percepção-*appraisal*-emoção, abordado na Seção 2.1.9). Ortony; Clore; Collins (1988) adotam essa idéia de avaliação cognitiva para especificar o *Modelo OCC* (Seção 2.5), que foi adotado neste trabalho de tese.

A Figura 2.2 apresenta um resumo dessas idéias, movimentos e teóricos, relativamente a alguns momentos e eventos marcantes da evolução do pensamento científico ocidental.



* *Pensamento Sistêmico* corresponde à abordagem epistemológica contemporânea, segundo a qual o objeto de estudo deve ser caracterizado como um *sistema* (uma junção de elementos inter-relacionados formando um todo único), cujo estudo transcende as fronteiras disciplinares (VASCONCELLOS, 2002).

Figura 2.2: Alguns momentos da evolução das teorias sobre emoção e o pensamento científico ocidental (evolução das ciências adaptada de Vasconcellos (2002); escala de tempo não proporcional)

2.2 DEFINIÇÕES DE EMOÇÃO E AFETIVIDADE

A área identificada na literatura como *Teoria da Emoção* delimita sem muito rigor formal um agrupamento de abordagens para o estudo da emoção, baseadas principalmente na psicologia cognitiva, mas que recebe contribuições importantes da psicologia clínica, da filosofia e de estudos sobre aprendizagem e psicologia fisiológica, entre outros (LEWIS, 2005).

Não existe ainda hoje pleno consenso sobre a adequação e abrangência das definições de emoção a afetividade. Essa divergência é mais acentuada entre os teóricos adeptos da psicologia evolucionária (por exemplo EKMAN, 1992, 1999; IZARD, 2001) em relação à perspectiva da psicologia social, em particular a cognição social (por exemplo CLORE; STORBECK, 2005; HARRÉ, 1986). Desse modo, as definições oferecidas a seguir são apenas *aproximadamente convergentes* segundo alguns critérios gerais, com base essencialmente em Scherer (2000) e Lewis (2005).

Como visto na Seção 2.1, reitera-se que James (1884) trouxe o tema da emoção para o centro do debate na psicologia. Entretanto, James não fazia distinção entre *emoção* e *sentimento*, ao afirmar que a sensação das mudanças corporais *é* a emoção.

Na linguagem popular e na filosofia é relativamente comum, ainda hoje, o uso dos termos *emoção* e *sentimento* como sinônimos (SCHERER, 2000). Contudo, a distinção entre estes fenômenos está sedimentada na grande maioria das teorias psicológicas de emoção.

Sentimento

O conceito abrangente de sentimento apresenta razoável convergência, mesmo entre um ponto de vista da psicologia: “a experiência subjetiva componente da reação emocional” (SCHERER, 2000, p.139); e um ponto de vista da neurologia – “uma experiência emocional subjetiva [...] ocorre quando nós adquirimos a percepção consciente de que um sistema emocional do cérebro [...] está em atividade” (LeDOUX, 2001, p.245). A crença no sentimento subjetivo ser ou não ser um fenômeno necessariamente acessível à consciência é o ponto de maior divergência, mesmo entre teóricos de uma mesma área.

Afetividade

De acordo com a maioria dos teóricos em psicologia da emoção, o termo afetividade define um campo amplo, em que estão incluídos os fenômenos emocionais, motivacionais e de personalidade, uma vez que, em termos psicológicos, afetividade diz respeito a tudo aquilo que age (ou potencialmente age) sobre um indivíduo.

Neste trabalho, adota-se especificamente a abordagem cognitivista de *estados afetivos*, de acordo com as cinco categorias propostas por Scherer (2000), quais sejam: *emoção, humor, posturas interpessoais, atitudes e traços de personalidade*.

Emoção

Para a maioria dos teóricos, emoções são caracterizadas genericamente como *respostas adaptativas do organismo ao seu meio físico e social*. Na perspectiva da psicologia, é comum referir-se a emoções como *episódios de respostas* (SCHERER, 2000). A neurobiologia se refere aos *sistemas de resposta* que as suportam (LEWIS, 2005).

Alguns critérios podem ser aplicados para uma definição mais detalhada: a) As emoções são *engatilhadas* por estímulos internos (pensamentos, sensações) ou externos (eventos físicos, situações sociais); b) Seu efetivo disparo depende da avaliação da *relevância* dos estímulos, ou seja, do significado interpretado para a situação em que o organismo se encontra; c) Além disso, essa avaliação determina o disparo ou não de uma resposta funcional emocional e a natureza das mudanças, quando estas chegam a ocorrer.

A partir desse escopo de critérios, Scherer (2000, p.138) oferece uma definição abrangente, do ponto de vista psicológico:

Emoções são episódios de mudanças coordenadas em diversos componentes (incluindo ao menos ativação neurofisiológica, expressão motora e sentimento subjetivo, mas também possivelmente tendências à ação e processos cognitivos) em resposta a eventos internos ou externos de maior significância para o organismo.

Na definição acima, por “cognitivos” entendem-se particularmente os processos mentais que incluem algum grau de percepção, atenção, avaliação, tomada de decisão e memória, elementos que nas teorias de emoção geralmente estão amalgamados sob a nomenclatura de *appraisal*. Apesar de haver várias teorias especializadas sobre o *appraisal* e suas relações com as emoções, de um modo geral considera-se que este processo resulta em uma avaliação da relevância de uma situação em relação aos objetivos e ao bem-estar do indivíduo (LEWIS, 2005). De acordo com a definição de Scherer (2000), são alguns exemplos de emoção: raiva, tristeza, alegria, medo, vergonha, orgulho, altivez, desespero.

Humor

De acordo com Scherer (2000, p.140), humor é “um estado afetivo difuso, que consiste em mudanças no *sentimento subjetivo*¹⁷, de baixa intensidade mas de duração relativamente

¹⁷ Scherer (1987) define *sentimento subjetivo* como uma reflexão no sistema nervoso central de todas as mudanças nos sistemas central e periférico durante um episódio emocional e que apenas parte desse conjunto de reflexões alcança o nível de consciência e uma parte ainda menor pode ser verbalizada.

longa, freqüentemente sem causa aparente”. Trata-se de uma espécie de estado afetivo *basal* ou *de fundo*, um estado de ânimo que se assemelha à emoção em termos da qualidade do sentimento mas que não se baseia em eventos específicos. São exemplos de estados de humor: animado, sombrio, funesto, irritável, apático, indiferente, deprimido.

Posturas interpessoais

Estados afetivos desta categoria determinam uma postura direcionada a outra pessoa em uma interação específica, ou seja, a maneira de se posicionar afetivamente num dado momento em relação a alguém com quem se está interagindo (SCHERER, 2000). Alguns exemplos de posturas interpessoais são: distante, frio, prestativo, desdenhoso.

Atitudes

Atitudes são posturas mais estáveis no tempo, ou seja, de duração relativamente mais longa, suportadas por crenças de cunho afetivo, predisposições e preferências em relação a objetos ou pessoas (SCHERER, 2000). Alguns exemplos de atitudes podem ser: gostar, amar, odiar, valorizar, desejar.

Traços de personalidade

Os traços de personalidade são caracterizados como disposições pessoais estáveis e tendências de comportamento típicas de uma pessoa (SCHERER, 2000), ou seja, elementos da personalidade que caracterizam o temperamento, um estado afetivo mais global e estável. A abordagem psicológica de *traços* considera que a consistência no comportamento é mais bem descrita como uma característica do indivíduo do que como resultado das similaridades no contexto da situação (VanLIESHOUT, 2000). Alguns exemplos de traços de personalidade são: nervoso, ansioso, negligente, descuidado, impertinente, rabugento, hostil, invejoso, ciumento, responsável, afável, colaborador, irracional, organizado, quieto.

A Tabela 2.1 apresenta um resumo das categorias de estados afetivos propostos por Scherer (2000), permitindo compará-las de acordo com suas características de: a) intensidade; b) duração; c) sincronização dos sistemas orgânicos envolvidos durante o estado; d) dependência de estímulos externos como eventos ou situações; e) extensão em que a diferenciação dos estados resulta de *appraisal* precedente; f) rapidez de mudança na natureza dos estados; g) grau em que os estados de cada categoria afetam o comportamento do indivíduo.

Tabela 2.1: Diferenças entre as categorias de estados afetivos (SCHERER, 2000) *

	Intensidade	Duração	Sincronização	Focado em eventos	Diferencia conforme <i>appraisal</i>	Rapidez de mudança	Impacto no comportamento
Emoção	++ → +++	+	+++	+++	+++	+++	+++
Humor	+ → ++	++	+	+	+	++	+
Posturas interpessoais	+ → ++	+ → ++	+	++	+	+++	++
Atitudes	0 → ++	++ → +++	0	0	+	0 → +	+
Traços de personalidade	0 → +	+++	0	0	0	0	+

* Os símbolos indicam o grau no qual as características estão presentes em cada categoria, com 0 indicando o menor (ausência) e +++ indicando o maior; setas indicam faixas hipotéticas.

Observa-se uma tendência na terminologia empregada pelos psicólogos em procurar abordar os fenômenos como *totalidades*. Por exemplo, se fala em *percepção* para se referir a uma gama de processos mentais que são suportados paralelamente por diferentes sistemas cerebrais e vias sensoriais integradas (LeDOUX, 2001).

Seguindo essa tendência, na psicologia da emoção fala-se mais frequentemente em totalidades, como *estados afetivos*. E mais raramente se abordam os processos componentes dos fenômenos afetivos. Do mesmo modo, trata-se com mais frequência dos *estados emocionais* do que dos processos componentes das emoções.

Essa abordagem *top-down* da psicologia contrasta com a abordagem *bottom-up* empregada nas neurociências, que geralmente buscam onexo causal dos fenômenos estudados a partir da investigação de processos mais básicos, no nível dos neurônios e sistemas cerebrais especializados.

Lewis (2005) critica essa falta de *comunicação* entre a psicologia e a neurobiologia, propondo um modelo baseado em dinâmica de sistemas para representar de maneira integrada as informações dos níveis macro (da totalidade psicológica dos fenômenos) e micro (dos processos componentes em escala neural).

2.3 MODELOS PSICOLÓGICOS DE EMOÇÃO

Correntemente, as teorias e modelos psicológicos de emoção apresentam uma grande variedade nas explicações para os fenômenos emocionais, dificultando seu agrupamento em classes homogêneas. É difícil encontrar um critério único que permita construir uma categorização de forma que não haja alguma sobreposição conceitual entre as teorias nas

diferentes categorias, assim como também alguma divergência conceitual entre teorias enquadradas numa mesma categoria.

Scherer (2000) propõe que as variações sobre a *diferenciação* das emoções constituem o critério mais útil para uma categorização dos *modelos* ou *teorias*¹⁸, no sentido em que a divergência conceitual entre categorias distintas apresenta-se, nestes termos, significativamente maior do que dentro das categorias.

Seguindo o critério proposto acima, Scherer (2000) identifica basicamente quatro categorias de teorias psicológicas de emoção: a) modelos dimensionais; b) modelos discretos; c) modelos semânticos; d) modelos relacionais¹⁹.

2.3.1 Modelos dimensionais

Enquadram-se nesta categoria as teorias que destacam a definição de aspectos dimensionais das emoções, originando modelos unidimensionais ou multidimensionais.

Modelos unidimensionais

Segundo Scherer (2000, p.145), os proponentes de teorias *unidimensionais* acreditam que “uma dimensão é suficiente para fazer as distinções analíticas importantes” entre as emoções. Essa dimensão única varia de teoria para teoria, mas geralmente representa a *ativação* (*arousal*) ou a *valência* das emoções.

As teorias que se baseiam exclusivamente na *ativação* (*arousal*) caracterizam as diferenças entre as emoções unicamente pelas variações observadas neste fator. Segundo estas teorias, as emoções podem ser diferenciadas através de sua expressão associada a algum nível de excitação fisiológica, por exemplo, variando de *muito baixo* a *muito alto*. Geralmente esta caracterização está associada com a idéia de que as emoções ocorrem de maneira episódica, ou seja, na forma de eventos discretos que têm um período curto de duração. Embora sejam raros, há também modelos unidimensionais que consideram a existência de um *grau contínuo de ativação*, ou seja, não haveria episódios emocionais (ou mesmo emoções), mas apenas variação no grau de excitação.

As teorias que se baseiam exclusivamente na *valência* diferenciam as emoções essencialmente como positivas ou negativas, pela variação das circunstâncias entre dois pólos extremos: um negativo (ruim, desagradável) e outro positivo (bom, agradável). Este critério

¹⁸ Scherer (2000) usa os termos *teoria* e *modelo* indistintamente e rotula como *modelos* as categorias que propõe. Este texto segue a mesma informalidade, ao usar *teoria* e *modelo* como sinônimos.

¹⁹ A expressão *componential models* (em inglês) foi traduzida como *modelos relacionais*, pois nessas teorias se busca essencialmente encontrar as relações de mapeamento entre os padrões dos processos envolvidos na emoção: *appraisal*, reações fisiológicas, expressões motoras e sentimento subjetivo.

tornou-se popular na psicologia social, particularmente entre teóricos da cognição social (CLORE; STORBECK, 2005). A ênfase na dimensão da *valência* também tem servido de base à pesquisa fisiológica e neuropsicológica (LANG et al., 1993; WAGER et al., 2003).

Modelos multidimensionais

Nessa subcategoria incluem-se as teorias que combinam duas ou mais dimensões para diferenciar as emoções (CARVER, 2001). Modelos como o de Russel; Lewicka; Niit (1989) representam as emoções no espaço das dimensões *valência* e *ativação*, facilitando a visualização das relações espaciais através de gráficos bidimensionais.

2.3.2 Modelos discretos

Nesta categoria se agrupam basicamente as teorias que pressupõem a existência de *circuitos neurais* fundamentais associados com as emoções e as teorias que pressupõem a existência de *emoções básicas*.

Modelos de circuitos neurais

Estas teorias são enquadradas basicamente como neuropsicológicas, pois buscam explicar que “o número de emoções fundamentais e suas diferenciações são determinadas pelos circuitos neurais desenvolvidos pela evolução” (SCHERER, 2000, p.146). Essas teorias consideram fundamentais as emoções ligadas aos mecanismos de sobrevivência e proteção, por exemplo, o medo (LeDOUX, 2001).

Modelos de emoções básicas

De maneira similar aos teóricos dos circuitos neurais, nessa abordagem se estudam as emoções consideradas mais fundamentais, ou seja, aquelas encaradas como resultantes das estratégias emocionais mais bem desenvolvidas ao longo da filogênese humana (EKMAN, 1973; PANKSEPP, 1994). Seus teóricos buscam relacionar as condições de disparo das emoções básicas com padrões prototípicos de reações em termos fisiológicos, de comportamentos e de expressões faciais (EKMAN; FRIESEN, 2003), na busca de validar hipóteses derivadas de teorias na linha do trabalho seminal de Darwin (1872) sobre expressões emocionais (ver Seção 2.1.3).

Essas teorias abordam um número reduzido de emoções básicas (geralmente quatro ou cinco e não mais de quinze), por exemplo, o conjunto proposto por Izard (1993): *raiva*, *tristeza*, *felicidade* e *medo*; ou aquele proposto por Ekman (1992): *raiva*, *medo*, *tristeza*, *felicidade*, *nojo*, *surpresa*, *desprezo*, *vergonha*, *culpa*, *embaraço* (vergonha pública) e *temor*

(com respeito). Devido a esse número reduzido, propõe-se algum mecanismo de combinação de emoções básicas para explicar a origem da grande variedade de estados emocionais presentes na linguagem sobre emoções (EKMAN; FRIESEN, 2003).

2.3.3 Modelos semânticos

Nesta categoria se agrupam as teorias e modelos que se guiam pela linguagem sobre emoções, cuja semântica é geralmente vista como uma construção social.

Modelos léxicos

Segundo Scherer (2000, p.148), nos modelos léxicos “o pressuposto básico é que a sabedoria da linguagem de alguma forma ajudará o teórico a descobrir a estrutura de sustentação de um fenômeno psicológico”.

Pode-se questionar se os aspectos denotativos e conotativos das estruturas léxicas da linguagem têm de fato correlações com os processos psíquicos e fisiológicos, em grande parte não acessíveis à consciência. Portanto, para garantir generalidade, o uso da linguagem como fonte de evidência deve ser feito com cautela.

A vantagem em se empregar modelos léxicos reside em seu caráter intuitivo para sistematizar emoções cuja diferenciação envolve alto nível de cognição quanto a padrões sociais, por exemplo, *vergonha* e *gratidão* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988).

Modelos sócio-construtivistas

Nesta abordagem assume-se que o significado das emoções é construído à luz do contexto sociocultural (HARRÉ, 1986; SEARLE, 1995). Neste sentido, seus proponentes também estão interessados nos aspectos léxicos da linguagem sobre emoção, que nesta abordagem é considerada como resultante da estruturação de significados constituída no âmbito da cultura (SCHERER, 2000).

2.3.4 Modelos relacionais

Nesta categoria se agrupam os modelos que compartilham dois pressupostos básicos. Primeiro, as emoções ocorrem em função de uma avaliação cognitiva (*appraisal*) da situação antecedente. Segundo, o resultado dessa avaliação cognitiva de algum modo determina o padrão de respostas em termos de fisiologia, expressão emocional, tendências à ação e sentimento (SCHERER, 2000).

Os modelos relacionais restritivos (LAZARUS, 1991) definem que o *appraisal* é sensível a uma certa gama de “categorias de situações” (temas), de maneira que as emoções

previstas por estes modelos são em número relativamente reduzido, próximo ao proposto pelos modelos discretos.

Os modelos relacionais não restritivos (SCHERER, 1982) definem que o número de estados emocionais diferentes é igual ao número de possíveis padrões distintos de saídas geradas pelo *appraisal*.

Há ainda modelos parcialmente restritivos (FRIDJA, 1987; SCHERER, 1987) que definem a existência de *emoções prototípicas*, associadas com os padrões de *appraisal* das situações consideradas mais genéricas e universais, por exemplo, insatisfação com o bloqueio de objetivos.

2.4 A ABORDAGEM COGNITIVA DA EMOÇÃO

De acordo com Lewis (2005), correntemente na pesquisa psicológica sobre as relações emoção-cognição, se destacam três focos de interesse principais: a) Função da emoção; b) Traços de personalidade e desordens clínicas; c) Avaliação cognitiva.

2.4.1 Função da emoção

Algumas pesquisas procuram explicar quais as funções e influências da emoção em relação aos demais aspectos mentais e sócio-cognitivos. Portanto, nesta abordagem existe a preocupação em estudar *como* e *com que finalidade* as emoções afetam os processos cognitivos, ou seja, nas relações emoção-cognição, consideram o fluxo causal partindo dos estados emocionais para os processos cognitivos (SCHERER, 1982).

De maneira geral, essas teorias apontam que a principal função das emoções é direcionar a atenção do indivíduo para aspectos relevantes do ambiente (físico e social), produzindo tendências de ação para aquele ambiente. Dessa forma, a atenção pode ser considerada sempre “motivada”, no sentido em que é mediada pelos mecanismos emocionais integrados aos sistemas perceptivos (DERRYBERRY; TUCKER, 1994; IZARD, 1993).

Essas pesquisas têm mostrado que a cognição de um indivíduo está geralmente restrita pelo tipo de estado emocional (por exemplo *felicidade, raiva, tristeza, medo*) em que o indivíduo se encontra, sob influência notadamente das dimensões valência e intensidade, resultando em efeitos positivos ou negativos sobre processos cognitivos como a atenção, percepção, julgamento social e aprendizagem (BOWER, 1992; FORGAS, 2005; GOLEMAN, 1995; HASELTON; BUSS, 2003).

2.4.2 Traços de personalidade e desordens clínicas

Há uma gama de pesquisas que buscam correlacionar os efeitos de traços de personalidade e desordens clínicas sobre as relações emoção-cognição. Trabalhos nessa linha têm demonstrado que estados afetivos e clínicos, por exemplo, *otimismo*, *pessimismo*, *ansiedade* e *depressão*, têm efeito sobre a probabilidade e duração de determinados processos de avaliação cognitiva e, por conseguinte, afetam o surgimento e a diferenciação de determinadas emoções correlatas (CARVER; SCHEIER, 1990; TEASDALE, 1999). Esses estados afetivos evidenciam determinados aspectos do mundo, ou seja, polarizam a *percepção de mundo* do indivíduo, acabando por retro-induzir emoções correlatas. Lara et al. (2006) propõem um modelo em que a ligação entre o diagnóstico clínico e o mundo psicológico do paciente se dá pelo temperamento afetivo.

2.4.3 Avaliação cognitiva

As teorias de avaliação cognitiva (*appraisal*) tiveram como precursores Arnold (1960) e Lazarus; Alfert (1964), cujas idéias fundamentais foram descritas na Seção 2.1.9. Em termos gerais, os pesquisadores dessa linha buscam descobrir as percepções, avaliações e interpretações específicas que são necessárias e suficientes para produzir como resposta um determinado estado emocional (LEWIS, 2005).

O *appraisal* é apontado como o processo de avaliação das condições de disparo e diferenciação das emoções, produzindo as tendências à ação e preparando as condições para que uma resposta emocional possa ocorrer de acordo com a situação avaliada. Neste sentido, o *appraisal* figura como antecedente causal e temporal das emoções, ou seja, nas relações emoção-cognição, essas teorias consideram o fluxo causal partindo dos processos cognitivos para os estados emocionais (SCHERER, 1993). Outra forma de visualizar o *appraisal* é como o processo pelo qual se extrai significado das situações e se procura *entender o sentido* do mundo (LAZARUS, 1991).

A maioria dessas teorias adota algum modelo dimensional para representar e estudar o *appraisal* de uma situação. Embora não haja consenso sobre quantas e quais são as dimensões necessárias, as quatro a seguir são as mais frequentes nos modelos: a) condutividade a partir dos objetivos do indivíduo; b) novidade e imprevisibilidade da situação; c) significância da situação e habilidade do indivíduo para lidar com ela; d) compatibilidade da situação em relação a normas e padrões do indivíduo.

2.5 O MODELO OCC

No livro “The Cognitive Structure of Emotions”, Ortony; Clore; Collins (1988) apresentam um modelo teórico²⁰ para o surgimento das condições de disparo e a diferenciação das emoções, identificado na literatura como *Modelo OCC* (devido às iniciais dos sobrenomes dos autores). Na categorização de Scherer (2000), o *OCC* é classificado como um modelo léxico, ou seja, um modelo da psicologia da emoção baseado na estrutura dos campos semânticos dos termos ligados à emoção.

O Modelo OCC parte de uma abordagem da psicologia social, no caso, a cognição social, para definir emoções como “reações de valência a eventos, agentes ou objetos, com suas naturezas particulares sendo determinadas pelo modo em que a situação de disparo é interpretada” (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988, p.13).

De acordo com essa definição, emoções são reações que sempre podem ser caracterizadas como portadoras de valência, seja ela positiva (emoções boas, agradáveis), ou negativa (emoções ruins, desagradáveis). Por exemplo, o estado afetivo genérico rotulado como *surpresa* não é uma emoção no *OCC*, porque não tem valência predefinida.

O aspecto cognitivo do *OCC* é caracterizado pela preocupação central em explicar o papel da cognição na avaliação da situação de disparo, resultando ou não no efetivo disparo e na diferenciação das emoções. Para essa finalidade, seus autores tomaram por base essencialmente evidências semânticas de auto-relatos e da linguagem sobre emoções, pois consideram que os aspectos fisiológicos e comportamentais são processos ou eventos “concomitantes ou conseqüências dos estados emocionais” (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988, p.14).

Segundo o *Modelo OCC*, o indivíduo está *situado* em um mundo composto de elementos que são visualizados, a cada momento, como pertencentes a uma das três categorias seguintes: a) *Eventos*, que são “interpretações de coisas que ocorrem, consideradas independentemente de quaisquer crenças [...] sobre suas causas possíveis ou reais”; b) *Objetos*, ou seja, “objetos visualizados tal qual objetos mesmo”; c) *Agentes*, que são “coisas consideradas à luz de sua instrumentalidade real ou presumida em causar ou contribuir para a ocorrência de eventos” (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988, p.18). Desse modo, formam-se três *ramos* de emoções, caracterizados como reações a *Conseqüências de Eventos*, reações a *Ações de Agentes* ou reações a *Aspectos de Objetos*.

²⁰ Ortony; Clore; Collins (1988) se referem ao *Modelo OCC* como uma *teoria*. Uma das acepções de modelo é “uma teoria ainda um pouco especulativa” (AZEVEDO, 1992, p.3).

A estruturação do *Modelo OCC* engloba ainda outros dois níveis. Ao invés de iniciar pelo mapeamento de cada estado emocional individual, são mapeados conjuntos de estados emocionais relacionados. Cada um desses conjuntos é caracterizado como um *tipo de emoção*. Para que o modelo se mantenha genericamente aplicável, existe o cuidado de que os tipos de emoção sejam independentes de aspectos culturais específicos. O *medo* é um exemplo de tipo de emoção. Quando uma pessoa sente medo, pode estar em um entre os possíveis estados emocionais de medo, dentre os quais *preocupado*, *aborrecido*, *assustado*, *apavorado*, *petrificado*, etc, dependendo se o medo é mais ou menos intenso. Além da estruturação em *ramos* e *tipos*, também são propostos *grupos* de emoções, formados de acordo com a dependência de *appraisal* baseado nas mesmas categorias de representações mentais.

As condições de disparo e diferenciação das emoções são avaliadas em função da forma como um indivíduo interpreta as implicações de uma dada situação para o seu contexto pessoal. O contexto pessoal é formado essencialmente pela representação dos *Objetivos*, *Normas* e *Atitudes* do indivíduo. Portanto, a teoria assume o pressuposto cognitivista de que o indivíduo apresenta estruturas mentais de representação, evocação e manipulação destas categorias de conhecimento (McCARTHY; HAYES, 1969).

Objetivos são as metas pessoais que se pretende e acredita poder alcançar, total ou parcialmente. *Normas* são modelos prototípicos de comportamento, rendimento ou moral que se espera de outros ou de si mesmo na interação social. *Atitudes* são disposições pessoais frente a objetos, posturas que geralmente não apresentam justificativas, por exemplo, gosto musical, estilo de vestir, preferência alimentar.

A reação emocional se diferencia conforme a interpretação da situação, através de um processo de *appraisal* cognitivo, baseado no contexto. Dessa forma, os *Eventos* são avaliados em termos de sua *conveniência* (*desirability*) em relação aos *Objetivos* do indivíduo; os *Agentes* são avaliados em termos da *plausibilidade* (*praiseworthiness*) de suas ações em relação às *Normas* adotadas pelo indivíduo; e os *Objetos* per si ou seus aspectos são avaliados em termos de sua *atratividade* (*attractiveness*) em relação às *Atitudes* do indivíduo.

Com essa estrutura, o *Modelo OCC* mapeia vinte e duas emoções (tipos), distribuídas em seis grupos, ilustrados na Figura 2.3. Os rótulos em caracteres maiúsculos representam elementos estruturais e os rótulos em caracteres minúsculos representam estados emocionais ou potencialmente emocionais. Os termos foram escolhidos apenas como *rótulos sugestivos* para as emoções representadas. Os ramos verticais não representam seqüências temporais, mas sim seqüências lógicas, pois o nível de diferenciação das emoções cresce de cima para baixo. A ordem presumida de evocação dos elementos é da esquerda para a direita.

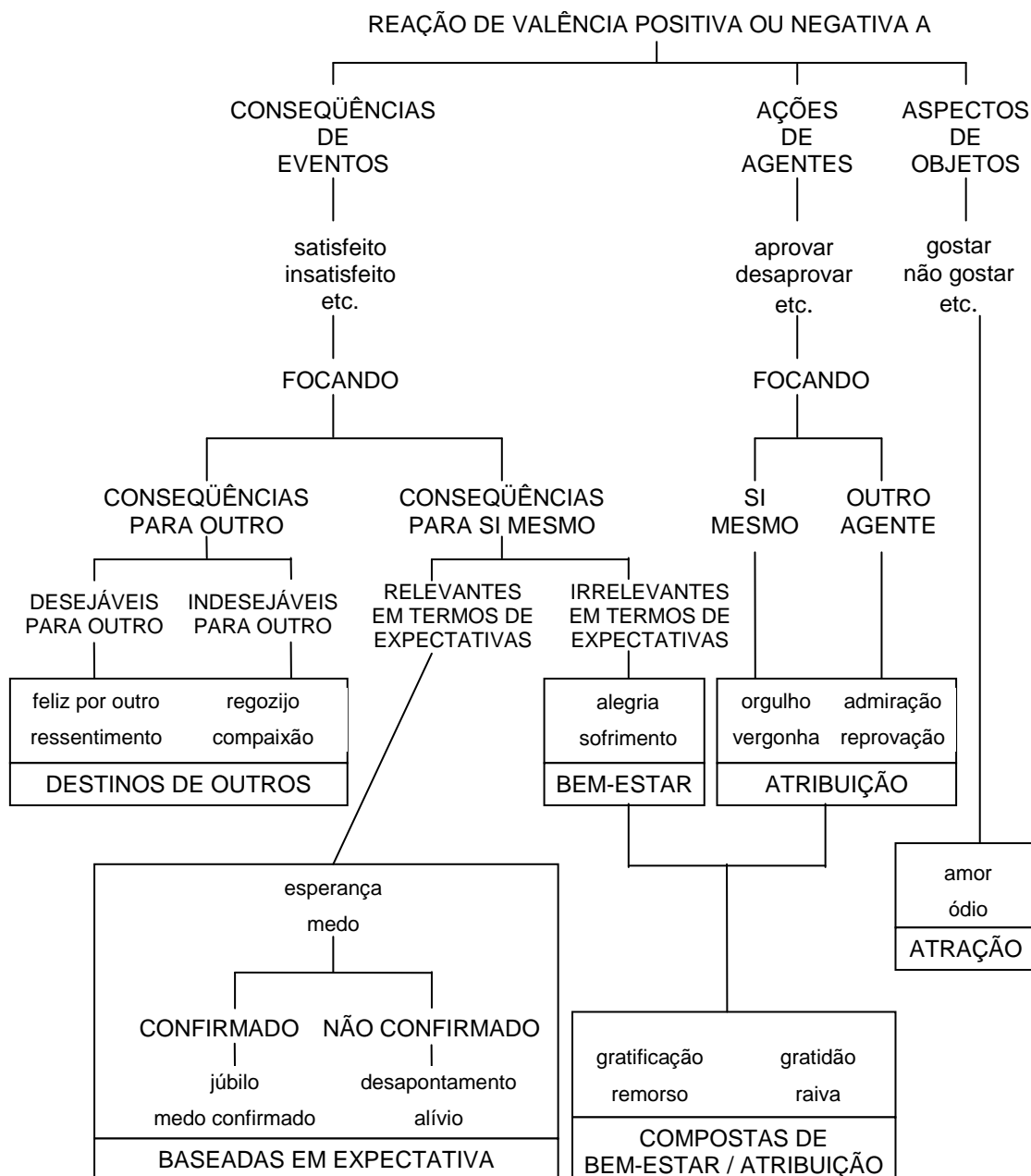


Figura 2.3: Estrutura global de tipos de emoção segundo o *Modelo OCC* (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988)

Grupo de emoções sobre DESTINOS DE OUTROS

Neste grupo há quatro tipos de emoção, que se especializam a partir das reações de satisfação ou insatisfação com as CONSEQÜÊNCIAS DE EVENTOS para outra pessoa:

- a) *feliz por outro*, satisfação com eventos DESEJÁVEIS para outro;
- b) *ressentimento*, insatisfação com eventos DESEJÁVEIS para outro;
- c) *regozijo*, satisfação com eventos INDESEJÁVEIS para outro;
- d) *compaixão*, insatisfação com eventos INDESEJÁVEIS para outro.

Grupo de emoções de BEM-ESTAR

Neste grupo há dois tipos de emoção, que se especializam a partir das reações de satisfação ou insatisfação com as CONSEQUÊNCIAS DE EVENTOS imediatos para SI MESMO:

- a) *alegria*, satisfação com eventos desejáveis para si mesmo;
- b) *sofrimento*, insatisfação com eventos indesejáveis para si mesmo.

Grupo de emoções de ATRIBUIÇÃO

Neste grupo há quatro tipos de emoção, que se especializam a partir das reações de aprovação ou desaprovação das AÇÕES DE AGENTES, focando em SI MESMO ou em OUTRO AGENTE:

- a) *orgulho*, aprovação de uma ação atribuída a SI MESMO;
- b) *vergonha*, desaprovação de uma ação atribuída a SI MESMO;
- c) *admiração*, aprovação de uma ação atribuída a OUTRO AGENTE;
- d) *reprovação*, desaprovação de uma ação atribuída a OUTRO AGENTE.

Grupo de emoções de ATRAÇÃO

Neste grupo há dois tipos de emoção, pouco diferenciadas a partir das reações de gostar ou não gostar de ASPECTOS DE OBJETOS:

- a) *amor*, gostar de um objeto;
- b) *ódio*, não gostar de um objeto;

Grupo de emoções BASEADAS EM EXPECTATIVA

Neste grupo há seis tipos de emoção, que se especializam a partir das reações de satisfação ou insatisfação com as CONSEQUÊNCIAS DE EVENTOS para SI MESMO, que sejam RELEVANTES EM TERMOS DE EXPECTATIVAS²¹:

- a) *esperança*, satisfação com a EXPECTATIVA de um evento futuro;
 - a.1) *júbilo*, satisfação com uma esperança CONFIRMADA;
 - a.2) *desapontamento*, insatisfação com uma esperança NÃO CONFIRMADA;
- b) *medo*, insatisfação com a EXPECTATIVA de um evento futuro;
 - b.1) *medo confirmado*, insatisfação com um medo CONFIRMADO;
 - b.2) *alívio*, satisfação com um medo NÃO CONFIRMADO.

²¹ Tradução livre do inglês *PROSPECTS RELEVANT*: trata-se do grupo de emoções que surgem pelo *appraisal* de possíveis eventos futuros (*esperança, medo*) e emoções que surgem respectivamente quando esses eventos se confirmam (*satisfação, medo confirmado*) ou não se confirmam (*desapontamento, alívio*).

Grupo de emoções COMPOSTAS DE BEM-ESTAR / ATRIBUIÇÃO

Neste grupo há quatro tipos de emoção que potencialmente ocorrem quando o indivíduo reage a CONSEQÜÊNCIAS DE EVENTOS para SI MESMO e, ao mesmo tempo, a AÇÕES DE AGENTES. Isso ocorre quando se avaliam conseqüências de eventos cuja responsabilidade é atribuída a agentes. Dessa forma, essas emoções surgem a partir da conjunção das condições de ocorrência de emoções dos grupos de BEM-ESTAR e de ATRIBUIÇÃO:

- a) **gratificação**, surge pela conjunção das condições de ocorrência de *alegria* e *orgulho*, significa “satisfação com conseqüências de eventos relacionados a ações que o indivíduo aprova, atribuídas a SI MESMO”;
- b) **remorso**, surge pela conjunção das condições de ocorrência de *sofrimento* e *vergonha*, significa “satisfação com conseqüências de eventos relacionados a ações que o indivíduo desaprova, atribuídas a SI MESMO”;
- c) **gratidão**, surge pela conjunção das condições de ocorrência de *alegria* e *admiração*, significa “satisfação com conseqüências de eventos relacionados a ações que o indivíduo aprova, atribuídas a OUTRO AGENTE”;
- d) **raiva**, surge pela conjunção das condições de ocorrência de *sofrimento* e *reprovação*, significa “satisfação com conseqüências de eventos relacionados a ações que o indivíduo desaprova, atribuídas a OUTRO AGENTE”.

Neste modelo, as emoções são consideradas somente quando são percebidas como experiências conscientes, ou seja, se consideram apenas as reações emocionais que adentram a consciência do indivíduo e são percebidas na forma de sentimentos. Contudo, no entendimento de Ortony; Clore; Collins (1988), o processamento do *appraisal* se dá de forma inconsciente e se baseia em estruturas representativas do contexto que não necessariamente precisam constar de memórias conscientes. Por vezes, isso faz com que o indivíduo seja capaz de se expressar verbalmente *sobre* a experiência emocional que está sentindo, embora possa não saber explicar exatamente o *porquê* do sentimento daquela emoção específica.

2.6 CARACTERIZAÇÃO DA PERSONALIDADE DO ALUNO

Há várias alternativas teóricas sobre a questão da personalidade, por exemplo: a psicodinâmica de Sigmund Freud; a de tipos psicológicos de Carl G. Jung; a fenomenológica de Carl Rogers; e a de traços de personalidade, que teve como pioneiros principalmente Gordon Allport, Hans Eysenck e Raymond Cattell (PERVIN, 2004). Contudo, não é objetivo deste texto se aprofundar nessas distinções. Um panorama amplo sobre a pesquisa sobre

personalidade é apresentado por Pervin (2004). Para uma incursão rápida ao tema, Van Lieshout (2000) apresenta uma síntese sobre a evolução do estudo da personalidade.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi avaliada a viabilidade de se adotar alguma das abordagens, modelos e instrumentos de avaliação disponíveis, entre os quais a identificação de *tipos psicológicos*, por exemplo, os modelos de Justo (1966) e de Jung (1980); e a descrição de *traços de personalidade*, por exemplo, o modelo de Goldberg (1990, 1992). Esse processo de decisão foi conduzido através de consulta, discussão e apoio profissional das psicólogas Regina Verdin e Nádie Christina Ferreira Machado, ambas estudantes de doutorado do PGIE-UFRGS.

Nessa avaliação, levou-se em consideração a natureza exploratória deste trabalho de pesquisa e buscou-se alcançar uma harmonia conceitual com o referencial teórico sobre emoções e afetividade (Seção 2.2) e com o *Modelo OCC* (Seção 2.5).

Optou-se pela abordagem de *traços de personalidade*, segundo a qual a consistência no comportamento é mais bem descrita como resultante de características próprias e relativamente estáveis do indivíduo, do que como resultado de similaridades no contexto da situação (VanLIESHOUT, 2000). Tal abordagem é compatível com aquela proposta por Scherer (2000), que caracteriza os traços de personalidade como disposições pessoais e tendências de comportamento típicas e relativamente estáveis de uma pessoa. Observa-se que essas abordagens são razoavelmente compatíveis: a) assumem a existência de diferenças individuais características do indivíduo; b) consideram similaridades comportamentais relativas à personalidade; c) assumem a relativa *estabilidade* (pouca variação no tempo) destes fatores.

2.6.1 Abordagem de traços de personalidade

Tradicionalmente os modelos de traços propõem o emprego de *descritores* obtidos da linguagem natural utilizada para descrever características das pessoas, geralmente adjetivos, por exemplo, *nervoso, ansioso, negligente, descuidado, impertinente, rabugento, hostil, invejoso, ciumento, responsável, afável, colaborador, irracional, organizado, quieto, etc.* Essa estratégia se fundamenta em uma *Hipótese Léxica*, segundo a qual “são codificadas na linguagem as diferenças individuais mais significativas presentes nas interações cotidianas das pessoas” (GOLDBERG, 1982, p.204). Quanto maior a importância de uma diferença individual, maior a probabilidade de que ela venha a ser expressa por uma única palavra. Esse fundamento é conceitualmente compatível com a estratégia de obtenção de evidências

experimentais – baseada em análise de auto-relatos e da linguagem sobre emoções – empregada por Ortony; Clore; Collins (1988, p.14) na estruturação do *Modelo OCC*.

Existem hoje centenas de modelos de representação e instrumentos de avaliação que propõem quantidades distintas de *fatores* (ou *dimensões*) de traços de personalidade e conseqüentemente diferentes níveis de abstração. O termo *fatores* se deve ao fato de que estes são extraídos estatisticamente a partir de dados experimentais, empregando-se métodos de análise fatorial (BEN-PORATH, 1990). Na literatura especializada é corriqueira a identificação desses modelos através das siglas dos instrumentos de avaliação correlatos. A Tabela 2.2 apresenta alguns desses modelos e instrumentos de avaliação freqüentemente citados.

Tabela 2.2: Alguns modelos e inventários de traços de personalidade

Sigla	Modelo / Instrumento de avaliação
16PF	<i>Sixteen Personality Factor Questionnaire</i> (Questionário de Dezesesseis Fatores de Personalidade) (CATTLE; CATTLE, 1995)
Big-Five	<i>Big-Five Factors of Personality</i> (Cinco Grandes Fatores de Personalidade) (GOLDBERG, 1990, 1992)
NEO-PI-R e NEO-FFI	<i>Revised NEO* Personality Inventory and NEO Five Factor Inventory</i> (Inventário de Personalidade NEO Revisado e Inv. NEO de Cinco Fatores) (COSTA; McCRAE, 1992)
TCI	<i>Temperament and Character Inventory</i> (Inventário de Temperamento e Caráter) (CLONINGER; SVRAKIC; PRZYBECK, 1993)

* NEO: *Neuroticism, Extroversion, Openness* (Neuroticismo, Extroversão, Abertura)

2.6.2 O modelo *Big-Five*

Neste trabalho foi empregado o modelo dos *Cinco Grandes Fatores da Personalidade*, referido como *Modelo Big-Five* (GOLDBERG, 1981). Segundo John; Srivastava (1999, p.7), esta denominação foi escolhida “não para representar a grandeza intrínseca do modelo, mas para enfatizar que cada um desses fatores é extremamente amplo”.

O *Modelo Big-Five* não se configura como uma teoria, mas como um modelo psicológico descritivo (*taxonômico*) de cinco fatores amplos de traços de personalidade, que foram descobertos empiricamente. No ano de 1981, os pesquisadores Lewis Goldberg, Naomi Takemoto-Chock, Andrew Comrey e John M. Digman, ao revisarem os testes de traços de personalidade disponíveis à época, observaram que a maioria propunha-se a avaliar um subconjunto de cinco grandes fatores comuns (GOLDBERG, 1993).

Os cinco fatores ou dimensões do *Modelo Big-Five* serão aqui identificados de acordo com o *componente positivo* do fator, nomeando-os como: *Extroversão, Socialização,*

Escrupulosidade, Estabilidade Emocional e Abertura para Experiência. Cada um desses fatores agrupa traços ou características da personalidade que indicam uma tendência a um ou a outro dos dois extremos do fator, por exemplo, tendência à introversão ou à extroversão, conforme indicado na Figura 2.4.

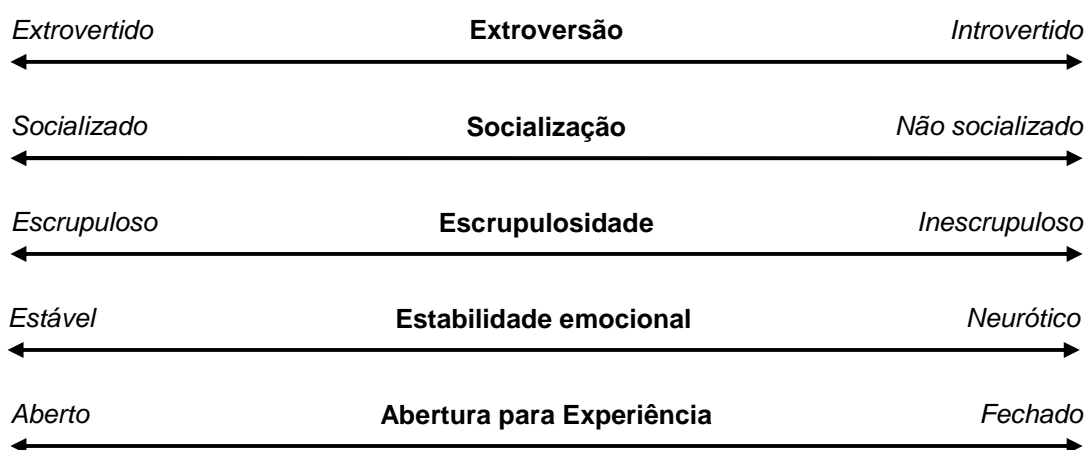


Figura 2.4: Eixos hipotéticos dos fatores de personalidade no *Modelo Big-Five*

Extroversão (do inglês *extroversion*, *extraversion* ou *surgency*, oposto a *introversão*)

A *extroversão* é “caracterizada por um interesse entusiasmado em outras pessoas e eventos externos, encarando com confiança o desconhecido” (EWEN, 1998, p.289). Um indivíduo considerado *extrovertido* tende ao engajamento com o mundo exterior, a ter grande entusiasmo, a gostar de falar e chamar atenção para si e costuma ter experiências emocionais positivas freqüentes. Um indivíduo considerado *introvertido* tende a se voltar mais para o mundo interior, a ser quieto, deliberativo e menos dependente do mundo social ao redor, embora isso não deva ser interpretado como timidez ou depressão.

Socialização (do inglês *agreeableness*, também denominada *cordialidade*)

Um indivíduo considerado *socializado* tende a ser cooperativo e a valorizar sobremaneira estar junto das pessoas, a vê-las em geral de maneira otimista e acreditar que estas são honestas, decentes e confiáveis, “indicando uma tendência a ser socialmente agradável, caloroso, dócil” (HUTZ et al., 1998). Um indivíduo considerado *não socializado* tende a pôr os interesses pessoais à frente dos interesses dos outros, apresentando comportamentos como indiferença e hostilidade, tendendo a ser competitivo ao invés de cooperativo e a desconfiar das intenções das pessoas.

Escrupulosidade (do inglês *conscientiousness*, também denominado *realização* ou *responsabilidade*)

Um indivíduo considerado *escrupuloso* tende à “responsabilidade e honestidade” (HUTZ et al., 1998), estando também associado a características como organização, planejamento, persistência, meticulosidade e grande necessidade de realizações pessoais. O *escrupuloso* ao extremo pode ser compulsivo pela perfeição e/ou pelo trabalho. Um indivíduo considerado *inescrupuloso* tende à “negligência e irresponsabilidade” (HUTZ et al., 1998). É freqüentemente visto como alguém pouco confiável, com dificuldade em seguir regras e pouca ou nenhuma ambição.

Estabilidade Emocional (do inglês *emotional stability*, oposto a *neuroticism*)

De acordo com Hutz et al. (1998), “essencialmente, características de personalidade envolvendo afeto positivo e negativo, ansiedade, estabilidade emocional, etc., se agrupam neste fator”. Um indivíduo considerado *estável* tende à calma, ao equilíbrio emocional, a não experimentar sentimentos negativos persistentes. Um indivíduo considerado *neurótico* tende a experimentar sentimentos negativos com maior freqüência e por períodos mais longos, a ser emocionalmente reativo e a reagir mais intensamente a situações que seriam corriqueiras para a maioria das pessoas.

Abertura para Experiência (do inglês *openness to experience*, ou simplesmente *openness*, também referido como *culture* ou *intellect* ou ainda *imagination*)

Este fator “engloba características como flexibilidade de pensamento, fantasia e imaginação, abertura para novas experiências e interesses culturais” (HUTZ et al., 1998). Um indivíduo considerado *aberto para experiência* tende a ser intelectualmente curioso, apreciador de arte, sensível. Um indivíduo considerado *fechado para experiência* tende a ser mais conservador e resistente a mudanças, preferindo coisas com as quais já está familiarizado ao invés de buscar a novidade.

Existem hoje pelo menos dois modelos *concorrentes* que consideram a avaliação dos cinco fatores da personalidade. Os mais conhecidos são o *Modelo NEO-PI-R/NEO-FFM* (COSTA; MCCRAE, 1992) e o *Modelo Big-Five* (GOLDBERG, 1990, 1992). Nem toda a literatura especializada faz uma distinção muito detalhada entre esses dois modelos, uma vez que as diferenças mais acentuadas entre eles estão no fundamento das explicações teóricas que seus autores procuram dar para uma *mesma* estrutura fatorial entre os traços, que foi descoberta e vem sendo validada empiricamente (JOHN; SRIVASTAVA, 1999).

Em um estudo internacional de larga escala, McCrae; Terracciano (2005) e mais 60 colaboradores investigaram a universalidade desses traços de personalidade em 50 culturas distintas, inclusive no Brasil. Essa pesquisa considerou fatores de personalidade avaliada do ponto de vista do observador, empregando versões traduzidas do instrumento *NEO-PI-R Observer Rater*, ou seja, avaliação em terceira pessoa. Em linhas gerais, a análise fatorial dos dados brasileiros permitiu identificar as cinco grandes dimensões de personalidade. Parte dos dados brasileiros dessa pesquisa foi publicada em livro da Professora Carmem Elvira Flores-Mendoza Prado (FLORES-MENDOZA; COLOM, 2006), a qual coordena atualmente um projeto que estuda a adaptação do NEO-PI-R para o contexto brasileiro (LADI, 2007).

Ainda no Brasil, Hutz et al. (1998) identificaram preliminarmente um conjunto de 64 marcadores para o *Modelo Big-Five*, extraídos através de análise fatorial exploratória dos dados coletados em um experimento em que voluntários se auto-avaliaram em relação a uma lista de 93 descritores de traços (adjetivos *descontextualizados*) obtidos a partir de uma análise dos termos equivalentes, em Português Brasileiro, das listas de Goldberg (1992) e Norman (1963).

No presente trabalho, optou-se pela adoção de uma versão do inventário sugerido para avaliação dos marcadores do *Modelo Big-Five*, disponível através do IPIP – *International Personality Item Pool* (IPIP, 2006). A iniciativa IPIP se constitui em um espaço de colaboração científica através de um fórum de discussão e disseminação de idéias sobre avaliação de personalidade e outras diferenças individuais. A IPIP oferece um repositório de domínio público de inventários e escalas (GOLDBERG, 2006).

O modelo completo de inventário empregado (Apêndice A) compõe-se de 50 frases curtas que descrevem *contextos* visando à auto-avaliação do indivíduo em relação a atitudes e comportamentos associados com os marcadores do *Modelo Big-Five* propostos por Goldberg (1992). Esse inventário apresenta uma redundância de dez frases relacionadas a cada um dos cinco fatores, com o cuidado de questionar sobre algumas atitudes relacionadas com o fator de maneira negativa e outras relacionadas com o fator de maneira positiva. Há também o cuidado de combinar frases afirmativas e negativas, conforme indicado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Exemplos de itens do inventário *Big-Five* associados ao fator *Extroversão*, segundo a forma do enunciado e a relação com o fator

Item do inventário	Forma do enunciado	Relação com o fator
<i>Tem pouco a dizer</i>	Afirmativa	Negativa
<i>Inicia conversas</i>	Afirmativa	Positiva
<i>Não fala muito</i>	Negativa	Negativa
<i>Não se sente incomodado sendo o centro das atenções</i>	Negativa	Positiva

Cada indivíduo se auto-avalia, marcando sua resposta a cada questão sobre uma lista de cinco opções mutuamente exclusivas, que são mapeadas em uma escala com cinco níveis de intensidade. As respostas relativas a um mesmo fator são somadas após serem convertidas de acordo com uma escala, crescente ou decrescente, dependendo respectivamente se a questão apresenta relação negativa ou positiva com o fator, conforme indicado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Escalas de conversão das respostas do inventário *Big-Five*

Resposta	Escala negativa	Escala positiva
<i>Discordo totalmente</i>	5	1
<i>Discordo em parte</i>	4	2
<i>Não concordo nem discordo, não faz diferença para mim</i>	3	3
<i>Concordo em parte</i>	2	4
<i>Concordo totalmente</i>	1	5

Dessa maneira, a resposta *Concordo totalmente* para um indício positivo tem o mesmo valor que a resposta *Discordo totalmente* para um indício negativo, e vice-versa. O mesmo ocorre entre as respostas *Concordo em parte* e *Discordo em parte*. A resposta neutra tem o mesmo valor (intermediário) em ambas as escalas.

De acordo com essa regra, um resultado *alto* indica uma tendência ao componente positivo do fator e um resultado *baixo* indica uma tendência contrária a este componente. Um resultado *intermediário* indica a impossibilidade de definir com clareza, através desse inventário, a existência de alguma tendência do indivíduo para o fator considerado.

Não há uma *norma canônica* para comparação dos resultados obtidos pela avaliação das respostas de um indivíduo, uma vez que não se pode esperar encontrar uma amostra local (grupo experimental) que se configure em um subconjunto representativo de uma população ampla qualquer (IPIP, 2006).

Portanto, a definição da semântica desses resultados (*alto*, *baixo*, etc) é feita com base em uma *norma local*, ou seja, analisando-se os resultados individuais em relação a medidas estatísticas descritivas dos resultados da amostra local, notadamente a média e o desvio padrão, ou definindo-se limiares *ad hoc* a partir da distribuição de frequência destes resultados (HOEL, 1979).

A adoção desse instrumento (inventário e *Modelo Big-Five*) para um estudo exploratório dos traços de personalidade e suas relações, particularmente com os objetivos e emoções do aluno, se justifica pelo seu caráter simples e genérico, por sua disponibilidade pública e pela coerência conceitual entre o mesmo e o *Modelo OCC*.

3. AFETIVIDADE EM APLICAÇÕES DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Como abordado na Seção 2.1.7, no início do movimento cognitivista houve pouco interesse em investigar aspectos relacionados à emoção e afetividade. Contudo, a partir das últimas décadas do século XX, surgiram trabalhos de psicólogos e neurologistas atestando a influência de aspectos afetivos sobre processos antes considerados independentes destes fatores, ou seja, estritamente cognitivos, como percepção, atenção, planejamento, tomada de decisão, julgamento social e aprendizagem (ASHBY; ISEN; TURKEN, 1999; BOWER, 1992; DAMÁSIO, 1996; DAMÁSIO et al., 2000; ESTRADA; ISEN; YOUNG, 1994; FORGAS, 2005; HASELTON; BUSS, 2003). Em experimento com emoções induzidas, Izard (1984) já mostrara que emoções positivas são capazes de melhorar o desempenho em tarefas cognitivas enquanto que emoções negativas têm o efeito oposto.

Num enfoque voltado à Educação, surgiram teorias psicológicas, pedagógicas e epistemológicas que apontam a importância dos aspectos afetivos para a aprendizagem, tais como a motivação do indivíduo, o incentivo e o suporte de parceiros (GOLEMAN, 1995; VYGOTSKY, 1998, 1999). Surgiram também teorias que negam a pretensa base estritamente racional do conhecimento científico (MATURANA, 2001; MATURANA; VARELA, 2002) e aquelas que propõem que a interpenetração entre razão e emoção deve constar da base epistemológica do ensino, numa espécie de uma *razão contextualizada* (FREIRE, 2005; GADOTTI, 2005).

Os resultados recentes sobre as relações bidirecionais entre cognição e emoção, a *valorização* da afetividade no âmbito das ciências cognitivas e as teorias pedagógicas que preconizam a importância de se considerar também a afetividade nas atividades de ensino e aprendizagem podem ser caracterizados como três dos fatores que têm influenciado a pesquisa em Informática na Educação, com reflexos nos aspectos pedagógicos e tecnológicos.

O presente trabalho de pesquisa se constitui numa aplicação de Computação Afetiva no contexto da Informática na Educação, mais especificamente, propõe a construção de um modelo de inferência de emoções e modelo afetivo do aluno, aplicado a um jogo educacional colaborativo. Para compreensão do contexto de aplicação deste trabalho, este capítulo seção discute alguns aspectos de Computação Afetiva.

A Seção 3.1 delimita resumidamente a área de Computação Afetiva, seus principais fundamentos, definições e aplicações.

A Seção 3.2 discute aspectos da modelagem do aluno, modelo cognitivo do aluno e modelo afetivo do aluno.

A Seção 3.3 apresenta alguns fundamentos de Redes Bayesianas, um tipo de abstração computacional empregada neste trabalho com a finalidade de representar a incerteza presente na modelagem afetiva do aluno.

3.1 COMPUTAÇÃO AFETIVA: FUNDAMENTOS E DEFINIÇÕES

No contexto da Inteligência Artificial (IA) aplicada à Educação, interessa analisar as implicações do redesenho da fronteira emoção-cognição. À luz das teorias mais recentes sobre esse tema, se delinea o campo de pesquisas denominado Computação Afetiva, que constitui seu fundamento científico principal a partir de aportes da Psicologia, da Biologia, das Neurociências e da Filosofia e cujos avanços têm aplicações sobretudo nas áreas da IA e da Interação Humano-Computador (IHC).

De acordo com Picard (1997), Computação Afetiva pode ser definida como a computação que está relacionada com emoções, que surge de emoções ou que deliberadamente influencia emoções. A Figura 3.1 ilustra os dois ramos principais de pesquisa em Computação Afetiva.

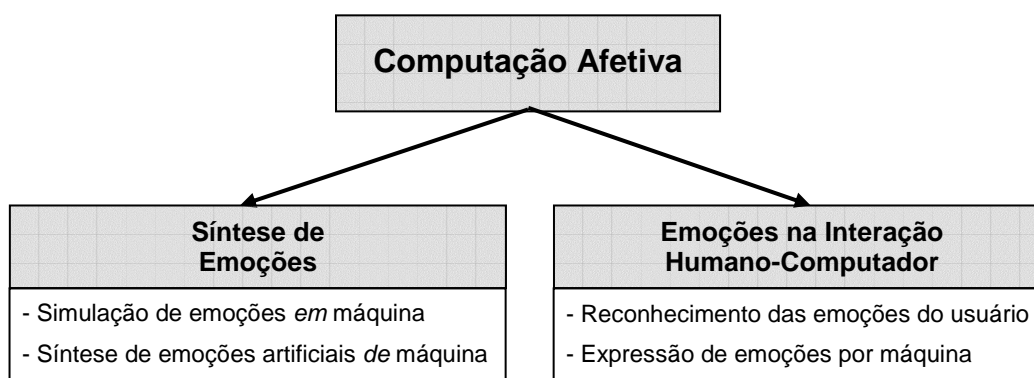


Figura 3.1: Ramos de pesquisa em Computação Afetiva (adaptado de JAQUES, 2004)

3.1.1 Síntese de Emoções

Este ramo da Computação Afetiva está voltado para a modelagem simulatória de *emoções humanas em máquina* computacional e para a modelagem sintética de *emoções artificiais de máquina* computacional (PICARD, 1997). Entre alguns exemplos de trabalhos no ramo da Síntese de Emoções está a proposição de arquiteturas cognitivo-afetivas para agentes artificiais (ELLIOT, 1992; McCAULEY; FRANKLIN, 1998; VELÁSQUEZ, 1997) e a aplicação de técnicas de IA para representar emoções simuladas (SCHERER, 1993).

Boa parte dos modelos em Síntese de Emoções baseia-se na abordagem de emoções básicas (EKMAN, 1992; IZARD, 1992) e em mecanismos de avaliação cognitiva ou estimativa da situação de disparo (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988; ROSEMAN, 1996).

Outro fator relativamente comum é o uso de uma regra logarítmica de decremento da intensidade emocional em função do tempo, conforme proposta por Picard (1997). O ramo da Síntese de Emoções tem menor significância relativa ao escopo do presente trabalho, portanto não será abordado em maiores detalhes.

3.1.2 Emoções na Interação Humano-Computador

Este ramo de pesquisa em Computação Afetiva se dedica ao projeto e construção de interfaces para aplicações e dispositivos computacionais que considerem as emoções e outros aspectos afetivos na comunicação com o usuário. Dessas pesquisas resulta um aparato de software e hardware, aplicado no *Reconhecimento das Emoções do Usuário*; ou na *Expressão de Emoções* pelo sistema computacional; ou ainda uma mescla de ambos.

Diversos meios de interação podem ser considerados, tanto no sentido do sistema computacional reconhecer emoções e outros estados afetivos do usuário quanto no sentido do sistema computacional expressar emoções ou comportamentos afetivos. Alguns aspectos da interação afetiva entre usuário e sistema computacional serão abordados a seguir, com ênfase em aplicações educacionais.

Os esforços mais significativos no ramo da *Expressão de Emoções* em sistemas computacionais educacionais têm sido observados na pesquisa de agentes pedagógicos (ELLIOT; RICKEL; LESTER, 1997). Nesse sentido, a estratégia mais difundida trata de apresentar o tutor artificial com uma aparência antropomorfa ou como um personagem animado, tirando proveito da tendência humana em projetar relações antropomorfas nos elementos de software com os quais interage (JAQUES, 2004). O agente pode se expressar para o aluno através de posturas ou gestos animados e também através de expressões faciais emocionais, tomando uma aparência credível do ponto de vista do aluno (ABOU-JAOUD; FRASSON, 1998; ELLIOT et al., 1999). Esses elementos podem ser combinados com a emissão de frases de cunho afetivo, por exemplo, mensagens de incentivo com a intenção de motivar e encorajar o aluno (JAQUES, 2004). Quando se trata de “frases”, dependendo do público-alvo e dos recursos tecnológicos disponíveis, diferentes suportes podem ser empregados, tais como balões de texto, fala sintetizada, fala pré-gravada, representações em língua de sinais.

Há casos também em que o agente pedagógico atua focado na aprendizagem, sem a necessidade de demonstrar expressões, comportamentos ou mensagens emocionais. Por exemplo, como um companheiro de aprendizagem (KORT; REILLY; PICARD, 2001), um personagem que assume papéis de “assistente” ou “facilitador” da aprendizagem (CONATI,

2002) ou mesmo um “inimigo” que apresenta para o aluno problemas e dificuldades a serem contornadas (KATSIONIS; VIRVOU, 2004). Entretanto, em qualquer dos casos, o sistema educacional ou o agente pedagógico afetivo deve ser capaz de ajustar dinamicamente sua conduta, estratégias e táticas pedagógicas baseando-se no *Reconhecimento das Emoções do Usuário*.

Empregando-se técnicas de interpretação de língua natural (ALLEN, 1995), emoções e outros indícios afetivos do usuário podem ser reconhecidos a partir das mensagens extraídas de diálogos *escritos*, ou seja, interpretação afetiva “**do que**” é dito pelo usuário para o sistema ou para outro usuário. Graesser et al. (2001) também empregaram este recurso como meio de expressão afetiva por parte do sistema. O emprego de diálogos *falados* expande a complexidade desta tarefa, pois envolve *speech recognition* (SCHERER, 1981) e considera a entonação da voz e outros aspectos contextuais, ou seja, interpretação da forma “**como**” uma mensagem é dita.

Outras formas de expressão emocional do usuário podem ser reconhecidas através do emprego de uma gama de sensores e algoritmos para o tratamento e interpretação dos dados capturados. Por exemplo, a partir de imagens obtidas com câmeras de vídeo é possível reconhecer expressões faciais de *medo, surpresa, raiva, nojo, tristeza, angústia e alegria* (COHN et al., 1999; EKMAN; FRIESEN, 2003; KAPOOR; PICARD, 2002).

Além disso, sensores biométricos podem ser empregados para captura de dados sobre alterações nos estados de excitação fisiológica resultantes de emoções. Por exemplo, o monitoramento da pressão sanguínea e do batimento cardíaco (PICARD, 1997) ou o sensoriamento da condutividade da pele, indício do nível de *arousal* psicológico relacionado à atenção e memória (PICARD; SCHEIRER, 2001).

Uma abordagem que vem se firmando no reconhecimento de emoções engloba a modelagem cognitiva dos antecedentes ou das situações de disparo das emoções (eventos num determinado contexto) e do comportamento observável do usuário, ou seja, suas ações na interface do sistema educacional (MARTINHO; MACHADO; PAIVA, 2000). Via de regra, a situação é avaliada segundo o *appraisal* cognitivo em relação a uma representação dos objetivos, expectativas, normas e preferências do usuário. Nesse sentido, o *Modelo OCC* tem sido freqüentemente empregado como base teórica para a modelagem cognitiva das emoções do aluno (BERCHT, 2001; CONATI, 2002; JQUES, 2004; KATSIONIS; VIRVOU, 2004).

Indícios de experiências afetivas sobre o grau de frustração, motivação e interesse têm sido identificados a partir da aplicação de questionários estruturados diretamente aos usuários de sistemas de aprendizagem (DeVICENTE; PAIN, 1998; MATSUBARA; NAGAMACHI,

1996). Questionários estruturados também têm sido empregados para coletar informações sobre traços da personalidade do aluno (CONATI; ZHOU, 2002), identificar sua orientação motivacional (JAQUES, 2004), seus objetivos (ZHOU; CONATI, 2003) e seus sentimentos em relação ao ambiente de aprendizagem e a agentes pedagógicos (CONATI; MACLAREN, 2004). Essa técnica deve ser empregada com parcimônia para interferir o mínimo no processo de aprendizagem e na própria avaliação afetiva.

3.2 MODELO DO ALUNO

No âmbito da pesquisa em Informática na Educação tem havido um esforço significativo na busca por integrar recursos de IA ao desenvolvimento de sistemas educacionais (ambientes computacionais de ensino e aprendizagem), a fim de torná-los dinâmicos e flexíveis, no sentido da adaptação às necessidades específicas de cada aluno.

Via de regra, essa capacidade adaptativa necessita de um *Modelo do Aluno*, “uma representação explícita no sistema de algumas características de um aluno, a qual habilita o sistema a adaptar a comunicação para esse aluno” (PAIVA; SELF; HARTLEY, 1994, p.163). Trata-se de uma representação abstrata do aluno, pois são as “crenças” do sistema computacional a respeito do aluno (HOLT et al., 1994).

Para se tornar dinâmico, o modelo do aluno deve se basear em algum tipo de abstração computacional capaz de integrar e raciocinar sobre informações capturadas e atualizadas dinamicamente, durante o uso do sistema pelo aluno. Dessa forma, a modelagem do aluno se integra ao processo mais amplo de diagnóstico do aluno, a partir do qual é possibilitado ao sistema tomar decisões de maneira a individualizar suas ações para cada aluno.

3.2.1 Modelagem cognitiva do aluno

Inicialmente a modelagem do aluno passou a ser empregada para representar, capturar e tomar decisões relacionadas a aspectos da *dimensão cognitiva* do aluno. Por exemplo, o modelo do aluno pode englobar informações tais como os assuntos de maior interesse do aluno e seu conhecimento prévio acerca dos conteúdos pedagógicos (domínio de conhecimento) abordados pelo sistema educacional.

A pesquisa e desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes (ITS – *Intelligent Tutoring Systems*) acumula larga experiência nessa abordagem de modelar estados e processos cognitivos do aluno. Os ITS são sistemas educacionais capazes de perceber as intervenções do aluno e adaptar as estratégias de ensino de acordo com o desenrolar do diálogo com o aluno (VICCARI, 1990).

Para cumprir essa tarefa, além do modelo do aluno, os ITS englobam também bases organizadas de representação de conhecimento acerca dos conteúdos pedagógicos (domínio de conhecimento) e das estratégias de ensino empregadas pelo ITS. Nos ITS de arquitetura *tradicional*, esses conhecimentos estão englobados em módulos funcionais. Nos de arquitetura *multiagente*, esses conhecimentos estão distribuídos em uma sociedade de agentes autônomos (VICCARI; GIRAFFA, 1996). Nesse caso, a interação entre aluno e tutor se dá entre dois agentes dotados de, no mínimo, algum comportamento cognitivo (VICCARI; OLIVEIRA, 1992). Alguns autores denominam os ITS multiagentes como “Ambientes de Aprendizagem Inteligentes” (ILE – *Intelligent Learning Environments*) (COSTA; GASPAR; COELHO, 1992). Este texto não se aprofunda nas definições e distinções entre ITS e ILE, para maiores detalhes ver Viccari; Giraffa (1996).

O foco da modelagem cognitiva é o conhecimento do aluno acerca dos conteúdos pedagógicos. São as crenças do sistema educacional a respeito das crenças do aluno sobre os conteúdos do domínio abordado. Essa representação do aluno é estruturada através de abstrações computacionais selecionadas conforme a natureza *declarativa* ou *procedimental* dos conhecimentos, ou se possível e necessário uma mescla de ambas.

Modelos declarativos

Modelos declarativos são mais apropriados para representar conhecimento expresso na forma de conceitos e relações hierárquicas. São típicos desta categoria os modelos estruturados através de *Redes Semânticas* (CARBONELL, 1970) e aqueles que buscam classificar o usuário com base em *Estereótipos* de conhecimento (RICH, 1979). Além dessas técnicas simbólicas de representação, também podem ser obtidos modelos de cunho declarativo empregando-se técnicas numéricas. Estas técnicas são empregadas geralmente com a finalidade de lidar com a incerteza na modelagem cognitiva do aluno (JAMESON, 1996), por exemplo, *Lógica Fuzzy* (CHIN, 1989; HAWKES, 1990; HERZOG, 1994) e *Redes Bayesianas* (DeROSIS et al., 1992; MISLEVY; GITOMER, 1996).

Modelos procedimentais

Modelos procedimentais são mais apropriados para representar conhecimentos que expressam etapas de um processo ou do raciocínio envolvido na solução de um problema (CORBETT; ANDERSON, 1994). Modelos procedimentais geralmente se valem de técnicas de representação baseadas em *Regras de Produção* (VASSILEVA, 1991).

Uma abordagem típica é a modelagem diagnóstica dos erros procedimentais cometidos pelo aluno ao fornecer uma resposta que corresponde a uma etapa da solução de um problema

(BROWN; BURTON, 1978). Técnicas de *Aprendizagem de Máquina* podem ser empregadas para tornar o modelo dinâmico, por exemplo, ao estender a biblioteca de erros procedimentais conforme o aluno apresenta novos erros ao interagir com o sistema (LANGLEY; OHLSSON, 1984; MITROVIC; DJORDJEVIC-KAJAN; STOIMENOV, 1996; SLEEMAN, 1982).

A representação através de *Redes Bayesianas* também pode ser empregada para modelar e inferir o conhecimento do aluno sobre conteúdos procedimentais (CHARNIAK; GOLDMAN, 1993; CONATI; VanLEHN, 1996; MARTIN; VanLEHN, 1995).

3.2.2 Modelagem afetiva do aluno

Segundo Elliot et al. (1999), a *Modelagem Afetiva do Usuário* pode ser definida como a capacidade do sistema computacional modelar os estados afetivos do usuário. Quando se trata de um sistema educacional pode-se especializar esta definição substituindo “usuário” por “aluno”. A preocupação em se criar um modelo afetivo do aluno é mais recente se comparada à modelagem cognitiva, esta última bastante bem desenvolvida, como descrito na Seção 3.2.1.

A pesquisa sobre modelagem afetiva vem se desenvolvendo paralelamente ao desenvolvimento da Computação Afetiva (Seção 3.1) e à luz das teorias e descobertas recentes que atestam a importância dos fatores afetivos para a aprendizagem (ver Seções 1.2, 2.2 e 2.4.1). Nesse sentido, a modelagem afetiva do aluno está ligada intensamente ao ramo da Computação Afetiva que trata de emoções na IHC, pois um modelo afetivo é criado com a finalidade de representar e reconhecer aspectos afetivos do aluno tais como suas motivações, emoções, nível de autoconfiança, estados de humor, traços de personalidade, entre outros. Esta funcionalidade se faz necessária – embora não seja suficiente – para que o sistema possa responder adequadamente aos fatores afetivos do aluno. Entretanto, para o sucesso da pesquisa em Informática na Educação, mais do que o isolamento entre as abordagens *cognitiva* e *afetiva* na modelagem do aluno, “os grandes avanços na ciência da aprendizagem requerem o engajamento de múltiplas perspectivas” (PICARD et al., 2004, p.2).

O escopo de estudo deste trabalho de tese se restringe à *etapa* correspondente à modelagem visando representar e inferir aspectos afetivos do aluno, particularmente emoções e traços da personalidade. Entretanto, observa-se na literatura uma maior frequência relativa de relatos sobre sistemas educacionais que incluem o modelo afetivo do aluno em um modelo mais amplo, de diagnóstico e tomada de decisão para adequar e individualizar sua comunicação com o aluno.

Essa *resposta afetiva* aparece caracterizada em alguns sistemas como um processo *implícito* de adequação das estratégias e táticas de ensino. Em outros casos, no entanto, a

resposta afetiva se dá através da expressão *explícita* de emoções por parte do sistema educacional, por exemplo, com o emprego de agentes de interface, agentes credíveis, companheiros de aprendizagem ou personagens animados, capazes de comunicação afetiva por meios visuais (imagens estáticas e/ou animadas), sonoros e escritos (ver Seção 3.1.2).

Alguns trabalhos que tratam da modelagem afetiva do aluno serão rapidamente comentados a seguir, independentemente do fato dos sistemas correspondentes apresentarem ou não mecanismos de resposta afetiva, seja ela implícita ou explícita. Por outro lado, serão abordados apenas trabalhos que, de maneira semelhante a esta tese, empregam uma *abordagem cognitiva* na modelagem afetiva do aluno. Tomando-se por base o trabalho de Martinho; Machado; Paiva (2000), entendem-se como de abordagem cognitiva aqueles trabalhos que consideram o processo de avaliação cognitiva (*appraisal*) da situação antecedente dos estados emocionais e que baseiam a inferência destes estados particularmente em informações capturadas sobre o comportamento observável do aluno, ou seja, suas ações manifestadas através da interface do sistema educacional.

Diagnóstico e planejamento motivacional em ITS

Del Soldato; Du Boulay (1995) propuseram uma das primeiras arquiteturas de ITS que previa o planejamento das ações do sistema com base no diagnóstico cognitivo e motivacional do aluno. Dessa forma, a escolha das estratégias de ensino do ITS consistia em um processo de decisão com o objetivo de cumprir a *travessia* dos conteúdos propostos e ao mesmo tempo maximizar a motivação do aluno durante as sessões de tutoria.

Com base essencialmente em estimativas do *esforço* e da *confiança* demonstrados pelo aluno durante a interação, o ITS detecta o estado motivacional e reage buscando recuperar ou manter a motivação do aluno. Propuseram também um mecanismo de negociação para decidir quando houver discrepância entre o planejamento baseado no domínio e o planejamento baseado na motivação.

Agentes pedagógicos com dimensões afetivas

Bercht (2001) propõe um modelo para identificar a motivação do aluno durante sua interação em um ITS, com base no trabalho de Del Soldato; Du Boulay (1995). A motivação do aluno é identificada a partir dos fatores *esforço*, *confiança* e *independência*, tomando por base os comportamentos observáveis do aluno, por exemplo, em relação à execução das tarefas e ao uso da ajuda. O modelo afetivo também incorpora a predição da emoção *desgostar*, por exemplo, dos assuntos abordados ou do diálogo com o tutor, representando para isso o *appraisal* do aluno em relação a estes fatores de acordo com o *Modelo OCC*.

O aluno é representado no sistema por crenças do agente tutor a respeito das dimensões afetiva e intelectual do aluno. De acordo com uma abordagem *mentalística*, os estados mentais do tutor e do aluno são expressos em sentenças *BDI*²² (BRATMAN, 1989), empregando para isso o ambiente de modelagem e desenvolvimento de agentes X-BDI (MÓRA et al., 1998).

Modelagem cognitiva para inferir emoções do usuário

Martinho; Machado; Paiva (2000) propuseram um modelo afetivo do usuário para o jogo colaborativo Teatrix. Neste jogo, crianças colaboram umas com as outras para criar uma história. Cada criança atua escolhendo e controlando um personagem (por exemplo, *vilão*, *herói*, *mágico*) e selecionando cenas e ações a partir de uma lista de ações predefinidas.

O modelo afetivo proposto é dividido em duas partes: (1) o *perfil emocional* do usuário contém informações sobre a “resistência” do usuário em experimentar uma determinada emoção e por quanto tempo o usuário a experimenta; (2) as *emoções* propriamente ditas que podem ser experimentadas pelo usuário.

Este trabalho merece destaque por ter sido um dos primeiros a empregar o *Modelo OCC* para a inferência das emoções do usuário dentro de uma abordagem cognitiva, modelando o *appraisal* cognitivo das situações em relação ao comportamento observável do usuário, ações capturadas através da interface do jogo. Entretanto, o modelo proposto não foi implementado, apenas descrito genericamente como um *framework*.

Um agente pedagógico animado como mediador da aprendizagem

Jaques (2004) propõe um agente pedagógico animado que tem o papel de motivar o aluno, procurando induzir emoções positivas a fim de melhorar a aprendizagem em um ILE. Para tanto, o agente desenvolvido emprega táticas afetivas, por exemplo, mensagens de encorajamento e expressões emocionais animadas, que são expressas na interface do sistema por uma personagem antropomorfa.

A escolha das táticas afetivas pelo agente baseia-se na identificação de algumas emoções do aluno: *alegria*, *sofrimento*, *satisfação*, *desapontamento*, *raiva*, *gratidão* e *vergonha*. As emoções do aluno são reconhecidas a partir de suas ações na interface do sistema educacional, com base na inferência do *appraisal* causado pelas diferentes situações, modeladas de acordo com o *Modelo OCC*.

²² BDI refere-se à modelagem de Crenças, Desejos e Intenções (*Beliefs, Desires, Intentions*). De acordo com Bratman (1989), estes são os estados mentais intencionais básicos para descrever e prever o comportamento de agentes racionais ou cognitivos.

O agente proposto foi implementado como um agente mediador de aprendizagem do ambiente MACES (*Multi-agent Architecture for a Collaborative Educational System*) (ANDRADE et al., 2000). O modelo afetivo e o processo de inferência foram implementados empregando a abordagem BDI e o ambiente de agentes X-BDI.

Estados emocionais em um jogo de realidade virtual

Katsionis; Virvou (2004) propõem um modelo afetivo para capturar informações probabilísticas sobre os estados emocionais do aluno durante sua interação com um ITS.

O sistema é estruturado como um jogo para o ensino de inglês, em ambiente de realidade virtual 3D. De maneira semelhante aos jogos de entretenimento (ditos *comerciais*), esse jogo apresenta um forte apelo visual que potencializa o engajamento do aluno e a ocorrência de emoções intensas. Durante a navegação pelo ambiente, o aluno deve coletar objetos úteis (“chaves”, “poções”, etc) e interagir com três categorias de agentes animados: “inimigo”, “conselheiro” ou “companheiro”. O agente inimigo coloca obstáculos ao prosseguimento da navegação, na forma de questões simples relativas à gramática da língua inglesa, às quais o aluno responde por escrito. O agente companheiro oferece dicas ao aluno em circunstâncias especiais, com o objetivo de causar no aluno um “senso de colaboração” (KATSIONIS; VIRVOU, 2004, p.1211).

O modelo afetivo considera o histórico de respostas e as ações imediatas do aluno na interface. O modelo engloba aspectos cognitivos como o *rendimento* do aluno: a correção das respostas e o tempo gasto para escrevê-las; a pausa ocorrida após o sistema oferecer uma resposta, como indício da *surpresa* causada. O modelo também engloba aspectos comportamentais como os *padrões de interação*: os movimentos do mouse sem intenção óbvia são usados como indício do grau de *concentração* ou *frustração* do aluno; o número de vezes que o aluno usa teclas de “apagar” (*delete* e *backspace*) é usado como indício do grau de *certeza* nas respostas que o aluno escreve. Baseando-se no *Modelo OCC*, essas informações são mapeadas em estados emocionais.

Inferência de emoções e traços de personalidade em jogo de aprendizagem

Cristina Conati e colaboradores vêm investigando a inferência das emoções do aluno em um jogo desenvolvido para o ensino de fatoração de números (CONATI, 2002; CONATI; ZHOU, 2002; ZHOU; CONATI, 2003; CONATI; MACLAREN, 2004).

Incorporado ao jogo, propõem um agente pedagógico que representa suas decisões de tutoria em função dos estados emocionais do aluno, por exemplo, o agente procura maximizar a utilidade de decisões do tipo “quando intervir” e “que tipo de ajuda” oferecer. Para esta

finalidade, o agente é modelado para tomar decisões com base em sua *teoria* a respeito do aluno (caracterizando assim um *decision theoretic agent*). O conhecimento e as decisões do agente a respeito do aluno ao longo do tempo são representados através de uma *Rede de Decisão Dinâmica* (DDN – *Dinamic Decision Net*). Essa abstração é uma extensão que inclui o fator “tempo”, derivada das *Redes de Decisão* ou *Diagramas de Influência* (HENRION; BREEZE; HORVITZ, 1991), que por sua vez são uma extensão que inclui o fator “decisão em função da utilidade”, derivadas das *Redes Bayesianas* (ver Seção 3.3).

O modelo afetivo engloba informações sobre traços da personalidade, objetivos e padrões de interação do aluno. Os estados emocionais do aluno são inferidos mapeando essas informações no *appraisal* cognitivo das situações, representado basicamente pelo grau de satisfação dos objetivos, de acordo com o *Modelo OCC*. São modeladas as emoções de *alegria* e *sofrimento*, em relação aos eventos do jogo; *admiração* e *reprovação*, em relação às ações do agente pedagógico que causaram os eventos; *orgulho* e *vergonha*, em relação às ações do aluno que causaram os eventos. Os traços de personalidade seguem o *Modelo dos Cinco Fatores* (FFM – *Five Factors Model*) de Costa; McCrae (1992) (ver Seção 2.6.2).

Modelo sócio-afetivo de grupos mistos

Rui Prada e colegas desenvolveram um “Modelo Sintético de Dinâmica de Grupo” (SGDM – *Synthetic Group Dynamics Model*), concebido para viabilizar uma dinâmica credível a um grupo de personagens (agentes) autônomos (PRADA; PAIVA, 2005; PRADA; OTERO; PAIVA, 2007).

De acordo com o SGDM, cada agente tem um *modelo mental* dos demais membros do grupo, combinando informação sócio-afetiva em quatro níveis: individual, grupal, contextual e de interação. O nível *contextual* inclui normas sociais que definem quais tipos de interações são aceitáveis e quais caracterizam má conduta do agente. Estas normas sociais são empregadas no SGDM de maneira similar àquela como as normas comportamentais são empregados no modelo proposto nesta tese para avaliar o aspecto positivo ou negativo das interações consideradas relevantes.

O modelo SGDM foi testado na mente de personagens (agentes autônomos) de um jogo digital chamado *Perfect Circle: the Quest for the Rainbow Pearl*. Neste jogo, um grupo composto de quatro agentes e um usuário humano negociam e combinam habilidades com o objetivo de realizar uma tarefa compartilhada. Tal modelo de colaboração é parcialmente compatível com aquele adotado nesta tese, ou seja, a combinação de esforços coordenados para resolver um problema compartilhado. Entretanto, o SGDM considera informação sócio-

afetiva, por exemplo, atração e influência social em uma comunidade mista, ao passo que o modelo apresentado nesta tese está focado na inferência de traços de personalidade e de *emoções de atribuição* de acordo com o *Modelo OCC*, conforme os usuários reagem às interações ocorridas em uma situação de colaboração par-a-par entre humanos.

O SGDM foi implementado através de uma arquitetura estilo BDI (ver PRADA; PAIVA, 2005, p.320). Esta tecnologia provê integração apropriada entre as crenças do agente a respeito das interações ocorrendo no grupo e o planejamento das ações do agente. Por outro lado, nesta tese assume-se que o modelo afetivo do aluno muito provavelmente representa apenas uma interpretação reducionista e incompleta do domínio das emoções humanas e adicionalmente que é capaz de capturar apenas evidências parciais da situação colaborativa como um todo. Portanto, o modelo é concebido para lidar com essa incerteza através de uma abordagem probabilística, baseada em Redes Bayesianas, as quais possibilitam atualizar dinamicamente o modelo com evidências localizadas e ao mesmo tempo obter uma perspectiva global, graças aos algoritmos de propagação de probabilidades (ver Seção 3.2.3).

Com relação aos demais trabalhos abordados acima, mesmo aqueles que foram implementados tratam de um modelo desenvolvido para inferir as emoções do aluno em relação si mesmo e em relação a um agente pedagógico (personagem) que apóia o aluno durante a fase de “treino individual” nas atividades pedagógicas. Portanto, não consideram a colaboração no sentido definido neste trabalho de tese: como uma situação que envolve ações coordenadas e aproximadamente simétricas levadas a cabo por duas ou mais pessoas para resolver conjuntamente um problema compartilhado, conforme será detalhado na Seção 4.2.

3.2.3 Incerteza na modelagem afetiva do aluno

A incerteza na modelagem afetiva do aluno pode ter diversas origens. Uma primeira fonte de incerteza pode ser devida a falhas na compreensão das variáveis e relações empregadas na construção do modelo. A *Teoria da Emoção* é um ramo em pleno desenvolvimento e mesmo os modelos baseados em *appraisal* dão apenas um mapeamento genérico entre possíveis categorias de situações e emoções correlatas disparadas. O mesmo raciocínio se aplica para os modelos de traços de personalidade, que indicam apenas tendências de comportamento genérico associado a fatores amplos de personalidade. Essas variáveis e relações concernentes à afetividade do aluno precisam ser interpretadas e transpostas dos modelos psicológicos de emoção e modelos de personalidade para o âmbito do ambiente de aprendizagem. Essa transposição constitui uma fonte potencial de incerteza.

A incerteza pode também ser devida a informação incompleta ou imprecisa, dada a capacidade limitada de obtenção de evidências no ambiente de aprendizagem. Nesse sentido, a combinação de evidências antecedentes e conseqüentes das emoções pode eventualmente ser empregada para reduzir a incerteza associada aos resultados inferidos.

A principal estratégia de obtenção de indícios antecedentes das emoções se dá através da modelagem do *appraisal* cognitivo das situações que podem ocorrer no ambiente educacional. Em geral, esses eventos precisam ser caracterizados como favoráveis ou desfavoráveis do ponto de vista do aluno, em relação a seus objetivos, normas, expectativas e preferências. Essa modelagem cognitiva é complementada através da captura e análise do comportamento observável do aluno, ou seja, suas ações no ambiente de aprendizagem.

Via de regra, a aquisição de indícios sobre os processos conseqüentes das emoções requer o emprego de hardware específico, como sensores biométricos, câmeras e microfones. Envolve também o emprego de algoritmos para tratamento dos sinais adquiridos, permitindo sua filtragem, segmentação (extração de primitivas), reconhecimento e interpretação. Pode-se citar, por exemplo, a identificação de expressões faciais em imagens, da entonação de voz em diálogos falados e do conteúdo afetivo em mensagens de texto (ver Seção 3.1.2). A incerteza nessas fontes de evidência é bastante variável e depende da precisão dos sensores e dos algoritmos de tratamento e interpretação dos dados.

Por fim, a incerteza na modelagem afetiva pode ter ainda origem aleatória, dado certo grau de imprevisibilidade inerente aos processos psíquicos e fisiológicos.

3.3 FUNDAMENTOS DE REDES BAYESIANAS

Um meio para representar conhecimento e inferir as probabilidades associadas a determinados eventos que apresentam incerteza em relação a suas causas ou condições de ocorrência torna-se viável através da criação de modelos (abstrações computacionais) na forma de *Redes Bayesianas* (RB), também referidas como *Redes de Crenças Bayesianas*, *Redes Probabilísticas* ou *Redes Probabilísticas Causais* (PEARL, 1988, 2000).

Uma RB é composta de duas partes, uma qualitativa e outra quantitativa. A representação qualitativa é dada por um grafo acíclico direcionado que não possua nodos desconexos (JENSEN, 2001). Os nodos representam variáveis aleatórias do domínio, com as medidas de incerteza associadas. As ligações entre os nodos (arcos direcionados) correspondem às relações de precedência lógica ou influência causal entre as variáveis conectadas. Essa influência é quantificada por probabilidades condicionais. Os algoritmos de inferência utilizados exigem que o grafo seja direcionado e acíclico, ou seja, que a direção das

ligações determine a precedência entre os nodos e que não exista qualquer caminho direcionado que inicie e termine no mesmo nodo (PEARL, 1993).

A Figura 3.2 exemplifica as relações causais diretas entre as variáveis de uma RB, que podem se apresentar nas seguintes combinações:

- a) uma variável pode exercer influência causal sobre uma outra variável (*filha*), por exemplo, o arco orientado $(x5, x6)$ define a influência direta de $x5$ sobre $x6$;
- b) uma variável pode exercer influência causal sobre mais de uma variável, por exemplo, os arcos orientados $(x1, x2)$ e $(x1, x3)$ definem a influência direta de $x1$ sobre $x2$ e sobre $x3$;
- c) uma variável pode sofrer influência causal de uma outra variável (*pai*), por exemplo, o arco orientado $(x1, x2)$ define que $x2$ sofre influência direta de $x1$;
- d) uma variável pode sofrer influência causal de mais de uma variável, por exemplo, os arcos orientados $(x2, x5)$ e $(x3, x5)$ definem que $x5$ sofre influência direta de $x2$ e $x3$.

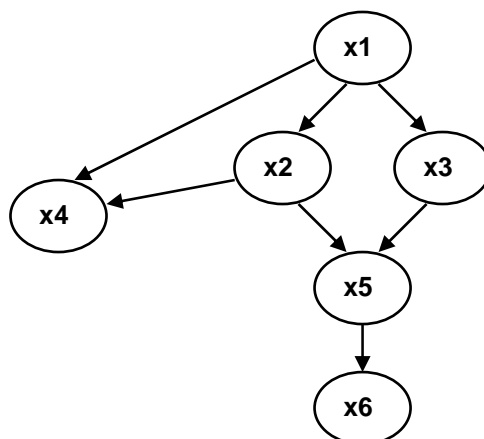


Figura 3.2: Possibilidades de relações causais em uma Rede Bayesiana (reproduzido de PEARL, 1993)

A quantificação da influência causal é definida e atualizada por uma distribuição de probabilidade condicional entre as variáveis condicionantes (consideradas *causas*) e as variáveis condicionadas (consideradas *efeitos*). Por exemplo, na Figura 3.2 têm-se as probabilidades condicionais $P(x2/x1)$, $P(x3/x1)$, $P(x5/x2, x3)$, $P(x4/x1, x2)$ e $P(x6/x5)$. A *distribuição conjunta* para todas as variáveis da RB é representada pelo produto das distribuições condicionais, como mostra a Equação 3.1, para o exemplo da Figura 3.2:

$$P(x1, x2, x3, x4, x5, x6) = P(x6/x5) P(x5/x2, x3) P(x4/x1, x2) P(x3/x1) P(x2/x1) P(x1) \quad (3.1)$$

A representação através de RB permite que sejam feitas inferências a respeito do comportamento das variáveis que compõem um domínio de conhecimento em que haja incerteza, seja ela de origem aleatória ou por falha na compreensão ou informação incompleta ou imprecisa sobre os eventos. São vários os algoritmos que podem ser empregados para inferência sobre uma RB, mas esse processo é chamado *genericamente* de inferência bayesiana porque se baseia na aplicação da *Regra de Bayes* sobre as probabilidades condicionais entre os estados que cada variável do modelo pode assumir.

Para construir uma RB é preciso definir as variáveis (nodos) do domínio representado, determinar as ligações (arcos direcionados) entre as variáveis e quantificar a influência causal destas ligações, através da definição de tabelas de probabilidades condicionais entre as variáveis. Essas informações precisam ser obtidas de um especialista, ou interpretando-se a literatura especializada sobre o domínio representado, ou analisando-se dados previamente disponíveis ou coletados pela condução de estudos experimentais apropriados.

Nesta tese são consideradas apenas RB compostas de variáveis aleatórias discretas. Nesse caso, os estados possíveis para uma variável C (*causa*) são representados por eventos c_i ($i=1, \dots, n$), sendo n a quantidade de estados discretos definidos para C . Os estados possíveis para uma variável E (*efeito*) são representados por eventos e_j ($j=1, \dots, m$), sendo m a quantidade de estados discretos definidos para E . A probabilidade de **ocorrência conjunta** de dois eventos quaisquer c_1 e e_1 é dada pela Equação 3.2:

$$P(c_1 \wedge e_1) = P(c_1) P(e_1 | c_1) \quad (3.2)$$

A propagação dessas probabilidades condicionais é estendida para toda a cadeia de variáveis da rede e fornece a probabilidade *a priori* de ocorrência de cada estado de todas as variáveis representadas. Esse processo é denominado *marginalização*. A tabela de probabilidades resultante é chamada de *Árvore de Evidências*. A marginalização é obtida através da aplicação da Equação 3.3 para cada evento e_j da RB:

$$P(e_j) = \sum_{i=1}^n P(c_i) P(e_j | c_i) \quad (3.3)$$

A partir da *Árvore de Evidências* é possível evidenciar as *causas*, ou seja, modificar a probabilidade de ocorrência de uma ou mais *causas* e, por propagação, inferir o que ocorre com as probabilidades dos *efeitos* que dela decorrem.

De maneira semelhante, é possível evidenciar os *efeitos* e inferir as probabilidades de cada uma de suas possíveis *causas*. Por exemplo, observado um evento e_1 é possível saber qual a probabilidade do evento e_1 ser decorrente de uma determinada causa c_1 , conforme representado na Equação 3.4:

$$P(c_1/e_1) = \frac{P(c_1 \wedge e_1)}{P(e_1)} \quad (3.4)$$

A probabilidade do evento e_1 só pode ser considerada conjuntamente a algum de seus possíveis eventos causadores c_i ($i=1, \dots, n$) conforme indicado pela Equação 3.5:

$$P(e_1) = P(c_1 \wedge e_1) + P(c_2 \wedge e_1) + \dots + P(c_n \wedge e_1) \quad (3.5)$$

Por substituição e generalização das Equações 3.3, 3.4 e 3.5 obtém-se a *Regra de Bayes*, através da qual é possível inferir as probabilidades de ocorrência da *causa* hipotética c_1 quando se obtiverem evidências a respeito do respectivo *efeito* e_1 , indicada na Equação 3.6, onde k é o número de *causas* hipotéticas do evento e_1 .

$$P(c_1/e_1) = \frac{P(c_1) P(e_1/c_1)}{\sum_{i=1}^k P(c_i) P(e_1/c_i)} \quad (3.6)$$

4. APLICAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

Videogames e jogos de computador, aqui denominados *jogos digitais*, são instrumentos tecnológicos de grande apelo popular, especialmente junto ao público infanto-juvenil. Atenta a esse potencial valioso, a pesquisa em Informática na Educação tem se ocupado em estudar o uso pedagógico e a adaptação de jogos digitais desenvolvidos originalmente para entretenimento (AMORY et al., 1999; DEMPSEY et al., 1996, 2002; SMITH; MANN, 2002). Entretanto, o foco principal tem sido a pesquisa e desenvolvimento de *jogos educacionais* ou *jogos pedagógicos* (BARAB et al., 2005; GIRAFFA; VICCARI; SELF, 1998; VIRVOU et al., 2002a), investigando a adequação e os efeitos de seu uso nos processos de ensino e aprendizagem apoiados por essas aplicações.

Segundo Crawford (1997), a indústria de jogos digitais e diversões eletrônicas projeta seus produtos segundo uma caracterização relativamente restrita, segundo a qual um jogo digital deve apresentar quatro aspectos principais:

- a) *Representação*: um sistema formal fechado que representa um subconjunto deliberativamente simplificado da realidade;
- b) *Interação*: permite ao participante explorar elementos interconectados e observar relações de causa e efeito entre os mesmos;
- c) *Conflito*: ao buscar os objetivos propostos, o jogador deve enfrentar obstáculos ativos ou, no mínimo, dinâmicos;
- d) *Segurança*: uma forma segura de experimentar aspectos da realidade representada (ultra-realidade, realidade aumentada).

Existem diversos jogos digitais projetados para entretenimento que, no entanto, apresentam conteúdos ou uma dinâmica de jogo (*game-play*) que podem ser explorados como recursos educacionais. Dessa forma, tira-se proveito da propriedade que esses jogos apresentam em catalisar a atenção do jogador e mantê-lo engajado, por exemplo, ao viabilizarem uma atividade estruturada por regras, ao promoverem a motivação do jogador para a perseguição de objetivos, ou ainda, ao demandarem a criatividade do jogador para solução dos problemas que oferecem (PRENSKY, 2001, 2002).

Contudo, o uso educacional de jogos de entretenimento não será tratado em maior profundidade neste texto. Informações adicionais sobre o tema podem ser obtidas, por exemplo, nos relatórios da *Agência Britânica de Comunicações e Tecnologia Educacional* (BECTA, 2001, 2002) ou na extensa revisão sobre jogos digitais e educação apresentada por Mitchell; Savill-Smith (2004).

O presente trabalho – de construção de um modelo afetivo para inferência de emoções e traços de personalidade do aluno – está integrado a um projeto de pesquisa sobre afetividade em jogos educacionais colaborativos, portanto este capítulo discutirá apenas jogos pedagógicos, com destaque para a colaboração.

A Seção 4.1 apresenta algumas considerações sobre jogos pedagógicos, fazendo uma rápida revisão a respeito dessa categoria de software educacional.

A Seção 4.2 aborda os jogos educacionais colaborativos, ao que delimita o conceito de colaboração aplicado neste trabalho em relação aos jogos multiusuário.

A Seção 4.3 descreve a dinâmica de colaboração e a implementação do protótipo de jogo colaborativo que foi empregado como plataforma experimental para a construção do modelo afetivo do aluno nesta pesquisa de tese.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS

Os jogos educacionais são freqüentemente referidos na literatura especializada como *edugames* (do inglês *educational games*) ou *edutainment* (do inglês *educational entertainment*), termo este que também se refere à atividade de pesquisa e desenvolvimento desse tipo de aplicação, devido ao fato de que os jogos são tradicionalmente associados com entretenimento.

De maneira bastante simples e sintética, pode-se definir *jogo educacional* como “aquele que apresenta um projeto pedagógico”, ou seja, o jogo que é projetado para atender a objetivos de ensino e aprendizagem relacionados a um domínio de conhecimentos, geralmente curriculares. O projeto e desenvolvimento desse tipo de software podem demandar o envolvimento de uma equipe multidisciplinar, da qual podem fazer parte pedagogos, psicólogos, especialistas no conteúdo abordado, designers de jogos, engenheiros de software, programadores, especialistas em interação humano-computador, entre outros (GOMES; FURTADO; SANTOS, 2003).

Um grande desafio nesses projetos é atender aos requisitos pedagógicos e ao mesmo tempo manter as características interessantes de um jogo. Adota-se neste trabalho a posição de Dempsey et al. (1996, p.2), que define o conceito de *jogo* de maneira ampla:

... um conjunto de atividades envolvendo um ou mais jogadores. Um jogo tem metas, restrições, recompensas e conseqüências. Um jogo é regado e artificial em alguns sentidos. Finalmente, um jogo envolve algum aspecto de competição, mesmo que seja a competição do jogador consigo mesmo.

Eventualmente, pode ocorrer de um software educacional ser projetado e construído intencionalmente para ter a forma de um jogo, mas não atender a alguma dessas

características propostas. Isso geralmente ocorre devido a um foco excessivo nos conteúdos pedagógicos ao invés de focar na estrutura (regras) e na dinâmica de jogo, descaracterizando o produto final e, por vezes, comprometendo seu potencial em termos de motivação e engajamento do aluno.

Em relação a esse aspecto de “conteúdo *versus* estrutura”, o principal cuidado a ser tomado é ter em mente que “as atividades de aprendizagem devem ser contextuais ao jogo no sentido em que elas devem ser percebidas pelo jogador como um elemento verdadeiro da dinâmica de jogo” (FABRICATORE, 2000, p.15).

O ato de *jogar* está associado a diversas atividades interativas e cumpre um papel importante no desenvolvimento mental e social (RIEBER, 1996). Em termos de software educacional, o *jogar* surge tanto em relação aos ambientes de micro-mundos e simulações, quanto aos jogos propriamente ditos, podendo ser caracterizado como “uma atividade intelectual autocontida, sem funcionalidades claramente reconhecíveis, nem efeitos biológicos imediatos [...] e relacionada aos processos exploratórios que advém da exposição do jogador a novos estímulos” (FABRICATORE, 2000, p.2).

Os idealizadores de jogos educacionais devem estar atentos também para garantir esse aspecto – da livre exploração por parte do jogador – oferecendo uma dinâmica de jogo que garanta ao aluno jogador a faculdade de *aprender enquanto joga*, ao invés de estritamente *jogar para aprender*.

4.2 JOGOS EDUCACIONAIS COLABORATIVOS

O ato de jogar exerce um papel importante no desenvolvimento mental e social, papel este potencializado em particular quando se trata de jogar em interação com outras pessoas. Os jogos da categoria multiusuário permitem a participação de mais de um jogador ao mesmo tempo e habilitam a ocorrência de interações diretas ou indiretas entre os jogadores, geralmente realizadas na forma de competição, cooperação e colaboração ou ainda alguma combinação desses processos (MANNINEN, 2002).

Dessa forma, os jogos educacionais multiusuário ganham um caráter de sistemas educacionais que podem ser usados para promover a *Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador*, referida daqui por diante como CSCL (do inglês *Computer-Supported Collaborative Learning*).

A distinção entre *colaboração* e *cooperação* é usual na literatura de CSCL, embora não exista pleno consenso sobre suas definições e tampouco se esses termos representam de fato conceitos que devam ser considerados distintos em nível semântico ou pragmático.

Dillenbourg (1999) parte da definição que “a colaboração é uma atividade coordenada e síncrona, resultado de uma tentativa contínua de construir e manter um entendimento compartilhado de um problema” (ROSCHELLE; TEASLEY, 1995, p.70), para redefinir a colaboração como uma *situação* que envolve duas ou mais pessoas levando adiante uma *atividade conjunta*, caracterizada por:

- a) uma simetria aproximada nas interações entre os pares, em termos das ações disponíveis, conhecimentos e habilidades exigidas;
- b) objetivos ou interesses comuns (embora possa haver também objetivos individuais);
- c) empenho mútuo dos pares em um esforço coordenado para resolver *conjuntamente*²³ o problema.

Uma atividade colaborativa implica a existência de *interação* entre os participantes. Essas ações interativas podem tomar várias formas, mas a *comunicação síncrona* e a *negociação* são geralmente os dois aspectos apontados como de maior relevância para que haja uma colaboração efetiva (DILLENBOURG, 1999).

A presente pesquisa enfoca jogos educacionais colaborativos, tomando por base as definições de CSCL propostas por Dillenbourg (1999), realçando que uma atividade de aprendizagem colaborativa é levada adiante com a finalidade de compartilhar um *entendimento* ou resolver um *problema*. Neste caso, o *entendimento* se refere às ações e estratégias que são desenvolvidas pelos jogadores e o *problema* se refere a vencer ou contornar os desafios e obstáculos oferecidos pelo jogo educacional, por exemplo, quando este impõe limitações de ações ou tarefas conflitantes aos jogadores.

4.3 UM JOGO EDUCACIONAL COLABORATIVO AFETIVO

Com o intuito de investigar aspectos afetivos dos alunos no âmbito de jogos educacionais colaborativos, esta pesquisa de tese dedicou-se inicialmente à concepção de uma arquitetura abstrata de jogo colaborativo. A fim de demonstrar a possibilidade de criação e/ou adaptação de jogos coerentemente com esta arquitetura, foram concebidos dois jogos colaborativos: o *Quadrado Mágico Colaborativo* e o *Sudoku Colaborativo*. Posteriormente, o jogo *Sudoku Colaborativo* foi implementado e foram incorporados a ele mecanismos de captura de eventos significativos para a modelagem afetiva dos jogadores, segundo o modelo afetivo objeto da tese, descrito no Capítulo 5.

²³ Dillenbourg ressalta esse aspecto de distinção entre colaboração e cooperação, acrescentando que nesta última há uma divisão de tarefas e cada participante é responsável por uma parte do trabalho.

Esta tarefa foi integrada inicialmente ao projeto *Um Jogo Educacional Colaborativo que Considera as Emoções do Aprendiz*, sob responsabilidade do GIA-UFRGS, liderado pela Professora Rosa Maria Viccari. Esse projeto visava a construção de um jogo educacional colaborativo capaz de inferir as emoções dos alunos quando estes interagem com seus colegas. Em relação aos interesses de pesquisa do GIA-UFRGS, esta atividade se constituiu como uma experiência na construção de jogos educacionais para prover um ambiente de base para projetos relacionados a jogos e Computação Afetiva, mas também potencialmente a outros temas de interesse em Inteligência Artificial na Educação.

4.3.1 Arquitetura de jogo colaborativo

Para cumprir o objetivo de construir um jogo colaborativo, definiu-se inicialmente uma arquitetura abstrata simplificada (Figura 4.1), segundo a qual dois jogadores formam uma *dupla* e combinam recursos sobre um *espaço comum* com o objetivo de resolver um problema compartilhado, denominado *desafio*.

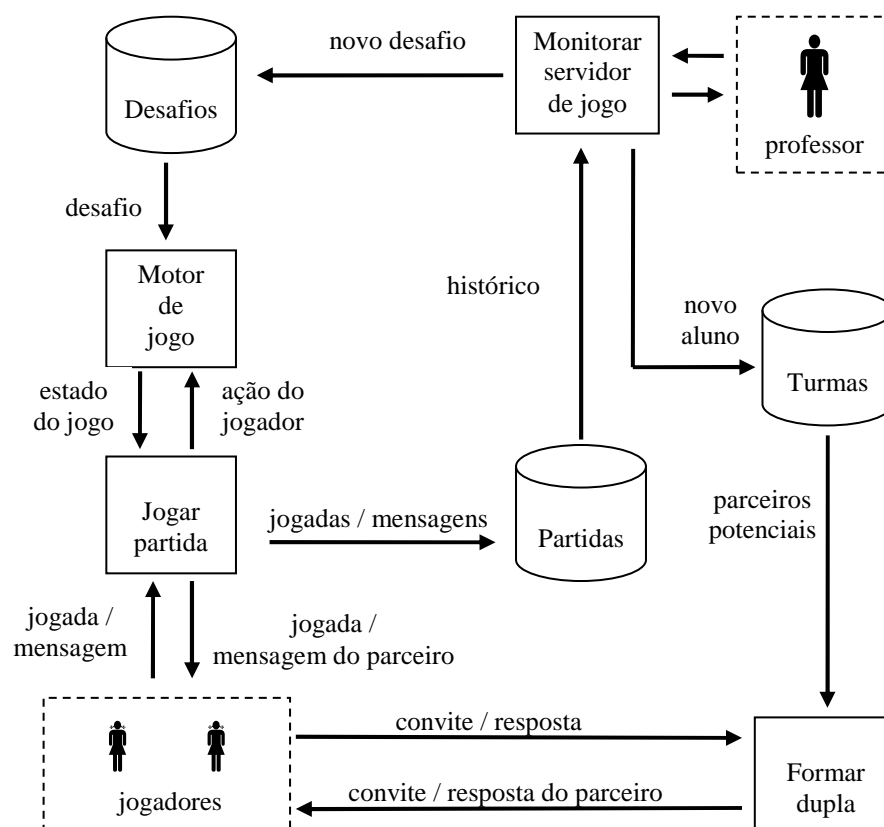


Figura 4.1: Diagrama conceitual do jogo colaborativo

Essa interação se dá de forma colaborativa, ou seja, no contexto deste projeto isso significa atender a dois critérios básicos:

- a) numa seqüência de interações coordenadas síncronas;
- b) à distância (através da Internet), mediados por um servidor de jogo.

Uma *partida* se caracteriza pela passagem de uma dupla por uma seqüência de desafios. Essa seqüência deve atender a objetivos pedagógicos, definidos pelo professor ou pelo projetista através de uma interface de autoria. Em uma versão mais elaborada, essa seqüência também poderia ser adaptativa em *tempo de jogo*, por exemplo, baseada em decisões de tutoria inteligente. Uma questão potencial de pesquisa diz respeito a como fazer esse balanceamento adaptativo, uma vez que a solução do desafio é uma tarefa compartilhada por ambos os jogadores.

A arquitetura prevê ainda um mecanismo de troca síncrona de mensagens *fechadas*, ou seja, com uma semântica semi-estruturada predefinida, por exemplo, *peço ajuda, ofereço ajuda, proponho jogada, concordo com a proposta, discordo da proposta, passo a vez, peço para jogar logo, aplaudo, vaio*, entre outras. Essas mensagens devem servir para comunicação e negociação e precisam ser determinadas de acordo com o contexto de cada jogo instanciado a partir da arquitetura abstrata.

Para fins do monitoramento dos jogadores visando à inferência afetiva, considera-se que durante o tempo de jogo de uma partida, a única interação síncrona entre os jogadores se dá através dos meios *indiretos* de ação (jogadas), comunicação e negociação disponibilizados pelo jogo, quais sejam:

- a) jogar e observar as jogadas do parceiro;
- b) negociar;
- c) receber e enviar mensagens predefinidas do parceiro e para este.

4.3.2 Protótipo de jogo colaborativo

A partir da arquitetura abstrata descrita na Seção 4.3.1, foram especificadas duas *instâncias* de jogos colaborativos, sendo que um dos protótipos foi implementado para servir de base para os estudos desta pesquisa de tese. Para fins de registro e eventual continuidade, ambas instâncias de jogos serão descritas a seguir.

Quadrado Mágico Colaborativo (QMC)

Nesse protótipo o jogo tem a forma de um conjunto de desafios lógicos relacionados com a construção de objetos algébricos conhecidos como *quadrados mágicos*. Um quadrado mágico é uma matriz quadrada na qual são dispostos n^2 números inteiros distintos, sem repetição, de uma maneira que sejam iguais entre si os somatórios dos elementos em cada

linha, em cada coluna e nas diagonais principal e secundária da matriz. O valor n especifica a ordem do quadrado mágico. A Figura 4.2 apresenta alguns exemplos de matrizes que são quadrados mágicos, juntamente com a indicação dos respectivos somatórios das linhas, das colunas e das diagonais.

<p style="text-align: right;">15</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>8</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>9</td><td>2</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">15 15 15 15</p> <p style="text-align: center;">a</p>	8	1	6	3	5	7	4	9	2	<p style="text-align: right;">34</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>16</td><td>2</td><td>3</td><td>13</td></tr> <tr><td>5</td><td>11</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>6</td><td>5</td><td>12</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>15</td><td>1</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">34 34 34 34 34</p> <p style="text-align: center;">b</p>	16	2	3	13	5	11	10	8	9	6	5	12	4	14	15	1	<p style="text-align: right;">65</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>17</td><td>24</td><td>1</td><td>8</td><td>15</td></tr> <tr><td>23</td><td>5</td><td>7</td><td>14</td><td>16</td></tr> <tr><td>4</td><td>6</td><td>13</td><td>20</td><td>22</td></tr> <tr><td>10</td><td>12</td><td>19</td><td>21</td><td>3</td></tr> <tr><td>11</td><td>18</td><td>25</td><td>2</td><td>9</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">65 65 65 65 65 65</p> <p style="text-align: center;">c</p>	17	24	1	8	15	23	5	7	14	16	4	6	13	20	22	10	12	19	21	3	11	18	25	2	9
8	1	6																																																		
3	5	7																																																		
4	9	2																																																		
16	2	3	13																																																	
5	11	10	8																																																	
9	6	5	12																																																	
4	14	15	1																																																	
17	24	1	8	15																																																
23	5	7	14	16																																																
4	6	13	20	22																																																
10	12	19	21	3																																																
11	18	25	2	9																																																
<p style="text-align: right;">75</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>40</td><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>15</td><td>25</td><td>35</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td><td>10</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">75 75 75 75</p>	40	5	30	15	25	35	20	45	10	<p style="text-align: right;">90</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>45</td><td>3</td><td>6</td><td>36</td></tr> <tr><td>12</td><td>30</td><td>27</td><td>21</td></tr> <tr><td>24</td><td>18</td><td>15</td><td>33</td></tr> <tr><td>9</td><td>39</td><td>42</td><td>0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">90 90 90 90 90</p>	45	3	6	36	12	30	27	21	24	18	15	33	9	39	42	0	<p style="text-align: right;">170</p> <p style="text-align: center;">↗</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>42</td><td>56</td><td>10</td><td>24</td><td>38</td></tr> <tr><td>54</td><td>18</td><td>22</td><td>36</td><td>40</td></tr> <tr><td>16</td><td>20</td><td>34</td><td>48</td><td>52</td></tr> <tr><td>28</td><td>32</td><td>46</td><td>50</td><td>14</td></tr> <tr><td>30</td><td>44</td><td>58</td><td>12</td><td>26</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↘</p> <p style="text-align: center;">170 170 170 170 170 170</p>	42	56	10	24	38	54	18	22	36	40	16	20	34	48	52	28	32	46	50	14	30	44	58	12	26
40	5	30																																																		
15	25	35																																																		
20	45	10																																																		
45	3	6	36																																																	
12	30	27	21																																																	
24	18	15	33																																																	
9	39	42	0																																																	
42	56	10	24	38																																																
54	18	22	36	40																																																
16	20	34	48	52																																																
28	32	46	50	14																																																
30	44	58	12	26																																																

Figura 4.2: Exemplos de quadrados mágicos de ordem 3 (a), 4 (b) e 5 (c)

O grau de dificuldade envolvido na solução de cada um desses desafios se compõe a partir de três fatores: a) a ordem do quadrado mágico a ser obtido, da qual propõe-se a possibilidade de variar $n = 3, 4$ ou 5 ; b) a ordem de grandeza dos números inteiros envolvidos; c) a proporção entre estes números inteiros. Um exemplo disso pode ser observado na Figura 4.2, os quadrados mágicos de ordem 4 (Figura 4.2b) são teoricamente *mais difíceis* de serem obtidos do que os de ordem 3 (Figura 4.2a) e *mais fáceis* de serem obtidos do que os de ordem 5 (Figura 4.2c). No mesmo exemplo, entre os quadrados mágicos de ordem 4, o da parte superior da Figura 4.2b tende a ser teoricamente *mais fácil* de ser obtido que o da parte inferior, pois o primeiro envolve a seqüência $1, 2, 3, \dots, 14, 15, 16$ enquanto que o segundo envolve a seqüência $0, 3, 6, \dots, 39, 42, 45$. Essa estruturação em graus de dificuldade pode tornar o jogo mais atrativo, ao estimular o engajamento da dupla em

competir contra desafios cada vez mais complicados. Da mesma forma, a oferta de diferentes níveis de dificuldade permitiria abranger um público-alvo mais amplo.

A colocação aleatória das peças no tabuleiro apresenta uma probabilidade insignificante de alcançar sucesso, uma vez que dados n^2 elementos diferentes, existem $(n^2)!$ combinações de matrizes distintas preenchidas com estes elementos sem repetição e uma quantidade bastante menor de quadrados mágicos possíveis. Por exemplo, para um desafio de ordem 4, existem $16!$ (*dezesseis fatorial*) diferentes combinações possíveis para dispor os dezesseis elementos na matriz.

A Figura 4.3 ilustra a interface proposta para cada jogador de uma dupla. As *peças* geradas pelo jogo representam um conjunto de números inteiros que formam quadrados mágicos quando dispostos em determinadas combinações. O espaço comum de jogo é representado por um *tabuleiro* em forma de matriz com $n \times n$ posições ($n=3, 4$ ou 5) e uma *caixa* de peças públicas (compartilhadas por ambos jogadores). Além disso, cada jogador dispõe de uma *caixa* de peças privadas, acessíveis e visíveis apenas ao proprietário.



Figura 4.3: Interface do protótipo *QMC*

Dado o conjunto de n^2 peças de jogo que compõem um determinado desafio, o jogo as distribui aleatoriamente entre as caixas privadas dos dois jogadores e a caixa pública da dupla, cerca de $n^2/3$ para cada caixa. Cada jogador tem acesso ao número de peças privadas do

parceiro, mas não as enxerga até que elas sejam dispostas no tabuleiro. As peças privadas são colocadas no tabuleiro pelo jogador que as possui. As peças públicas são dispostas no tabuleiro através de negociação entre os parceiros. Durante a resolução de um desafio, os *objetivos de jogo* são os seguintes:

- a) formar um quadrado mágico;
- b) dentro do menor tempo possível.

A simples obtenção de um quadrado mágico a partir das peças disponíveis em um desafio é uma tarefa que envolve concentração, raciocínio aritmético básico (somadas e subtrações) e capacidade de antever a propagação de resultados em várias direções (linha, coluna e diagonal) quando uma ou mais peças são trocadas de posição. Além disso, a resolução colaborativa deste tipo de desafio demanda o desenvolvimento de estratégias de colaboração, através de ações coordenadas e negociação. As *regras de jogo* são basicamente as seguintes:

- a) a iniciativa da primeira jogada é livre;
- b) a partir daí, joga-se em turnos alternados, um jogador de cada vez, isso caracteriza um jogo síncrono e modal;
- c) não há limite de tempo para uma jogada, um desafio ou uma partida;
- d) em seu turno, um jogador pode:
 - colocar uma peça privada numa casa livre do tabuleiro;
 - propor a colocação de uma peça pública numa casa livre do tabuleiro;
 - propor a troca de posição entre duas peças do tabuleiro;
 - aceitar ou rejeitar uma proposta, ou ainda apresentar uma contra-proposta;
 - mover uma peça qualquer do tabuleiro para uma posição livre;
 - passar a vez ao parceiro;
- e) a qualquer momento, um jogador pode:
 - enviar ao parceiro uma mensagem predefinida;
 - propor o abandono consensual do desafio ou da partida corrente;
 - aceitar ou rejeitar o abandono proposto;
 - abandonar unilateralmente o desafio ou a partida corrente.

Para esse jogo foram previstos dois níveis de *ajuda*, sempre sob a demanda individual de cada aluno. O primeiro nível de ajuda mostrará as somas nas linhas, colunas e diagonais conforme a disposição *corrente* das peças no tabuleiro (Figura 4.4a). Além das somas

correntes, o segundo nível de ajuda mostrará qual o valor da soma esperada para o desafio corrente (Figura 4.4b, neste exemplo, $34 = (1+2+3+\dots+14+15+16)/4$).

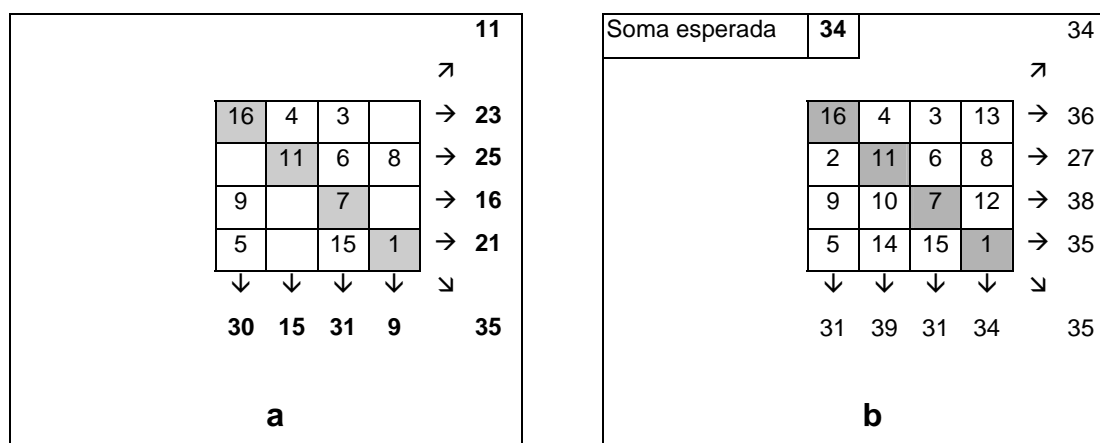


Figura 4.4: Exemplos de ajuda do *QMC*: a) de primeiro nível; b) de segundo nível

Além da possibilidade de abandonar um desafio sem formar nenhum par de somas iguais, foram definidos outros quatro *níveis de sucesso* que podem ser obtidos, variando desde apenas um par, até a obtenção de um quadrado mágico *completo*. A Tabela 4.1 apresenta as quantidades mínimas de somas iguais que uma dupla precisaria obter para caracterizar cada um desses níveis de sucesso nos desafios de ordem três, quatro ou cinco.

Tabela 4.1: Quantidades mínimas de somas iguais necessárias para obtenção dos diferentes níveis de sucesso no *QMC*

Resultados Problema	Até 1/3 das somas	Até 2/3 das somas	Mais de 2/3 das somas	Quadrado mágico completo
Quadrado 3x3	2	3	6	8
Quadrado 4x4	2	4	7	10
Quadrado 5x5	2	5	9	12

O jogo *QMC* foi concebido conforme descrito anteriormente, mas apenas um protótipo da interface do cliente chegou a ser construído (Figura 4.3), para o qual foram empregadas algumas tecnologias de aplicações web dinâmicas: HTML (*Hyper Text Markup Language*), XML (*eXtensible Markup Language*), DOM (*Dynamic Object Model*), CSS (*Cascading Style Sheets*) e AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*).

Durante estágio de doutorado sanduíche, o projeto de tese e o protótipo de jogo foram apresentados às equipes em cooperação e os detalhes de adequação, limitações e prosseguimento foram discutidos, em especial com as orientadoras, professoras Rosa Viccari, Patrícia Jaques e Sylvie Pesty. A partir daquele momento passou-se à concepção e

implementação de um outro protótipo de jogo, que melhor atendesse aos interesses e limitações dos envolvidos. Essa readequação resultou no projeto do jogo *Sudoku Colaborativo*, descrito a seguir.

Sudoku Colaborativo

De maneira semelhante ao *QMC*, o jogo *Sudoku Colaborativo* também tem a forma de um conjunto de desafios lógicos, neste caso, relacionados com a construção de *sudokus*. Em sua versão tradicional e recentemente bastante popularizada no Brasil, o sudoku²⁴ é um passatempo individual do tipo “quebra-cabeça” (*puzzle*), cuja resolução envolve basicamente o emprego de raciocínio lógico-espacial. A partir de uma matriz ou grade de 9×9 casas previamente preenchidas com alguns dígitos, o objetivo do jogo é preencher toda a grade de maneira que cada coluna, cada linha e cada uma das nove regiões de 3×3 casas²⁵ contenham os dígitos de 1 a 9, uma e apenas uma vez cada, conforme ilustrado na Figura 4.5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1				4				9
B		5			7			1	
C	9			5		8			3
D	8		9				6		1
E			2	6		4	7		
F	5		6				2		4
G	4			1		7			5
H		3			9			4	
I	2				3				7

a

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	8	3	2	4	6	5	7	9
B	6	5	4	3	7	9	8	1	2
C	9	2	7	5	1	8	4	6	3
D	8	4	9	7	2	3	6	5	1
E	3	1	2	6	5	4	7	9	8
F	5	7	6	9	8	1	2	3	4
G	4	9	8	1	6	7	3	2	5
H	7	3	5	8	9	2	1	4	6
I	2	6	1	4	3	5	9	8	7

b

Figura 4.5: Um desafio lógico do tipo sudoku (a) e a respectiva solução (b)

A quantidade e a disposição dos dígitos iniciais – “desafio sudoku” – define o grau de dificuldade associado à solução de cada sudoku em particular. Essa característica permite a criação de um jogo com níveis progressivos de dificuldade e amplia o público-alvo potencial. Embora seja difícil definir critérios classificatórios, os sudokus são popularmente

²⁴ O sudoku popularizou-se inicialmente na Ásia. O nome Sudoku advém do japonês, língua na qual significa aproximadamente “número único”.

²⁵ Tratam-se das nove regiões 3×3 que têm canto superior esquerdo nas posições linha e coluna respectivas: (A,A), (A,D), (A,G), (D,A), (D,D), (D,G), (G,A), (G,D) e (G,G), em destaque na Figura 4.5.

caracterizados numa escala de três níveis: *fácil*, *médio* e *difícil*. O sudoku ilustrado na Figura 4.5 pode ser considerado de solução *fácil*, pois pode ser resolvido através de uma seqüência completa de jogadas para as quais é possível inserir um dígito na grade tendo total certeza da jogada estar correta, aplicando-se apenas as regras de composição descritas anteriormente. Por exemplo, a partir do sudoku inicial da Figura 4.5a, dentre as centenas de jogadas disponíveis, é possível inserir um dígito 4 na casa (I,D), conforme destacado na Figura 4.5b, aplicando-se o seguinte raciocínio eliminatório (destacado na Figura 4.5a): a região 3×3 de (G,D) a (I,F) deve ter um dígito 4; já há dígitos 4 nas linhas G e H, bem como na coluna F; as demais posições da região (G,D) a (I,F) já estão preenchidas.

A elaboração de uma solução algorítmica capaz de resolver qualquer um dos numerosos sudokus existentes caracteriza um problema computacional do tipo NP-completo e exige o emprego de heurísticas e meta-heurísticas (LEWIS, 2007). Entretanto, a resolução *manual* da maioria dos sudokus, particularmente os ditos fáceis, envolve aplicação de raciocínio lógico-espacial, capacidade de antecipar mentalmente através de visualização lógico-espacial os resultados de uma jogada e alguma experimentação do tipo *tentativa e erro*. Essas características e a recente popularização dos sudokus motivaram a concepção de um jogo a partir do qual fosse possível observar o que ocorre em termos afetivos entre parceiros quando uma tarefa simples como essa é abordada através de colaboração, num contexto de jogo.

Visando esse objetivo, a primeira etapa consistiu na criação de uma dinâmica de jogo para a resolução colaborativa de sudokus. Inicialmente, duas estratégias gerais de organização do jogo foram parcialmente implementadas. A primeira estratégia de jogo foi chamada de *colaboração pura* e consistia basicamente do envio de um mesmo sudoku para dois jogadores resolverem em colaboração síncrona, sem competição com outros jogadores. Uma análise superficial indicou que essa estratégia agregava pouco em termos de motivação se comparada à resolução das grades de sudoku da maneira individual tradicional e já conhecida dos usuários. A segunda estratégia de jogo concebida foi chamada de *colaboração e competição* e se mostrou mais promissora no sentido de agregar um grau diferenciado de motivação à participação dos jogadores. Dessa forma, apenas a segunda estratégia foi completamente implementada e será portanto descrita detalhadamente a seguir.

Cada usuário acessa o jogo empregando seu navegador da Internet, se conectando ao servidor de jogo através da interface ilustrada na Figura 4.6. Ao ativar a função *Conectar* (Figura 4.6f) o jogador fornece um nome de usuário (*nickname*) para identificação e recebe uma mensagem de confirmação.

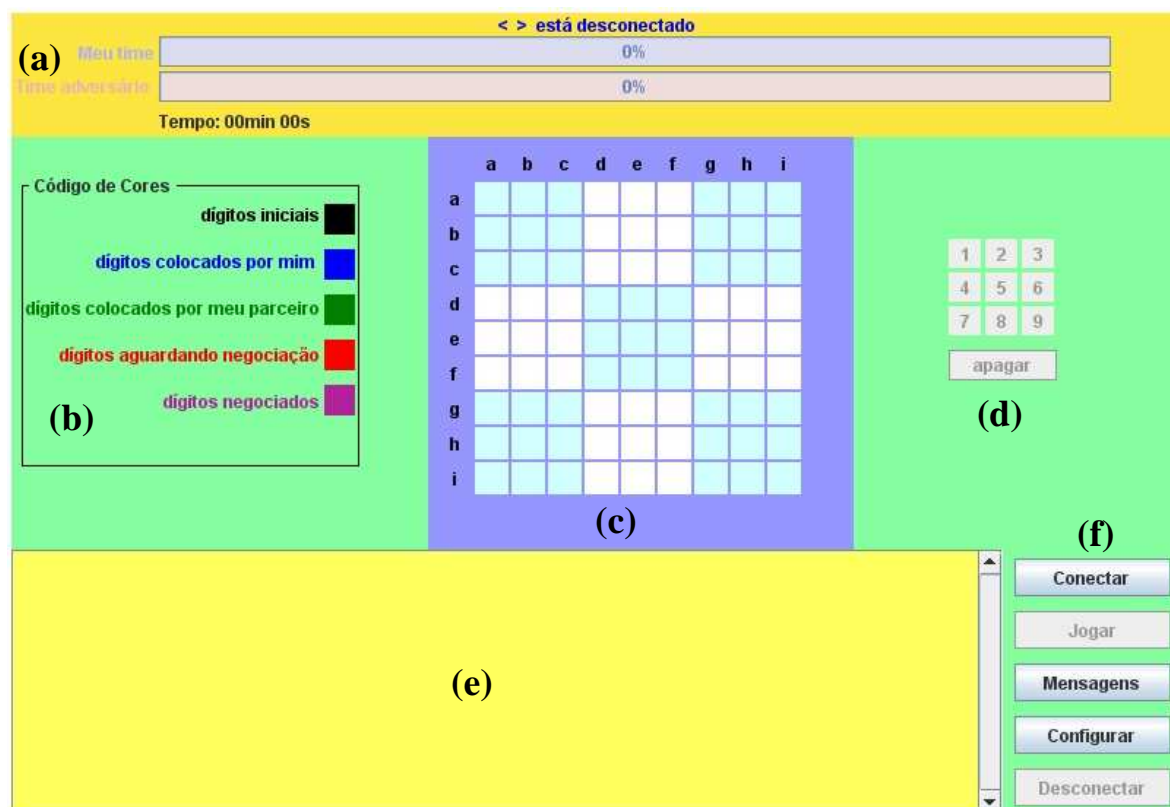


Figura 4.6: Interface do jogo *Sudoku Colaborativo*: (a) Evolução da competição; (b) Evolução da colaboração; (c) Grade de sudoku compartilhada pelos parceiros; (d) Funções de jogo; (e) Histórico da colaboração entre os parceiros; (f) Funções de controle e comunicação.

Uma vez conectado, para começar a jogar é preciso formar uma dupla, convidando um parceiro ou aceitando o convite enviado por um colega. Ao ativar a função *Jogar*, o usuário convida para ser seu parceiro um dos colegas conectados disponíveis (Figura 4.7a) e este último recebe uma mensagem instantânea (*pop-up*) de convite (Figura 4.7b). As mensagens de controle (por exemplo, *<fulano> está desconectado*) e as mensagens de jogo (por exemplo, *<fulano> :: **8** @ [A,A]*) são replicadas no *histórico de colaboração* (Figura 4.6e) na interface do jogador e de seu parceiro.

Uma vez formada a dupla, existem duas possibilidades. Se houver outra dupla em estado de *espera* (sem adversários), o servidor de jogo inicia em seguida uma nova disputa competitiva entre as duas duplas, selecionando aleatoriamente um sudoku da base de dados e enviando o mesmo para os quatro jogadores da disputa. Caso não exista no momento outra dupla em espera, a dupla que acabou de ser formada recebe uma mensagem instantânea para “aguardar adversários”, permanecendo em espera até que o servidor consiga pareá-la com outra dupla.

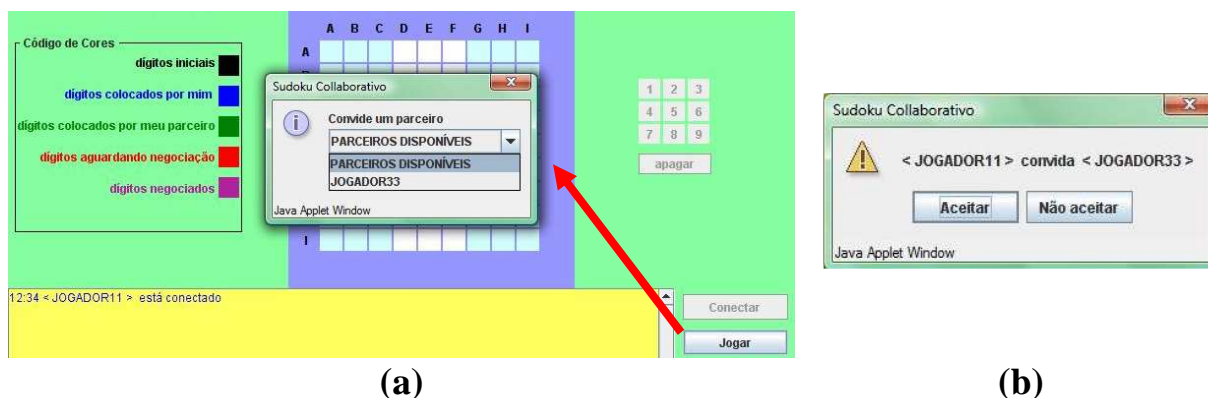


Figura 4.7: Processo de formação de duplas colaborativas: (a) convite; (b) resposta

Uma partida é iniciada assim que duas duplas são pareadas em competição, ao que o servidor envia uma mensagem de confirmação e **cópias de um mesmo sudoku** para ser resolvido separadamente pelas duplas. A partir desse ponto, o objetivo geral do jogo passa a ser o de resolver o sudoku mais rapidamente que a dupla adversária. Isso caracteriza uma competição semidireta, pois as jogadas de uma dupla não interferem nas jogadas da dupla adversária.

A Figura 4.8 ilustra o funcionamento dos recursos de *visualização imediata* (BASTIEN; SCAPIN, 1995) para suporte à colaboração e competição. Cada jogador visualiza o sudoku conforme a solução deste segue sendo construída por ambos os jogadores da dupla. A *evolução da colaboração* é mostrada através de um código de cores. Uma tabela de apoio mostra as quantidades de dígitos na grade de sudoku correspondentes a cada uma das cinco categorias predefinidas (Figura 4.8b), assim como cada dígito na grade toma a respectiva cor: preto para os dígitos iniciais; azul para os colocados pelo próprio jogador; verde para os colocados pelo parceiro; vermelho para aqueles sob negociação; e lilás para os já negociados. Cada jogador visualiza também o tempo de jogo e a *evolução da competição*, índice comparativo mostrado através de duas barras de progresso (Figura 4.8a).

No exemplo da Figura 4.8, o sudoku iniciou-se com quarenta e cinco casas a serem preenchidas ($45 = 81 - 36$ dígitos iniciais). O exemplo apresenta oito dígitos colocados pelo “JOGADOR33”, sete dígitos colocados pelo seu parceiro (“JOGADOR11”), um dígito em negociação e um dígito negociado. Desses dezessete dígitos colocados pelos jogadores, quinze estão corretos, portanto essa dupla tem no momento 33% ($15/45$) da solução esperada.



Figura 4.8: Detalhes de visualização imediata: (a) competição; (b) colaboração

Uma casa vazia da grade compartilhada pode ser preenchida a qualquer momento por qualquer um dos parceiros. No entanto, para apagar ou substituir um dígito inserido na grade, os jogadores precisam negociar, podendo agregar uma justificativa opcional em texto livre (Figura 4.9). Uma mensagem de negociação é ativada apenas quando, guiando-se pelo código de cores, o jogador que recebeu a proposta clicar sobre uma casa em negociação (de cor vermelha). Uma casa sob negociação permanece *travada* (inacessível) para o jogador que fez a última proposta sobre ela, até que o parceiro aceite ou rejeite a negociação proposta, podendo-se a partir de então ser iniciado um novo ciclo de negociação para aquela casa.

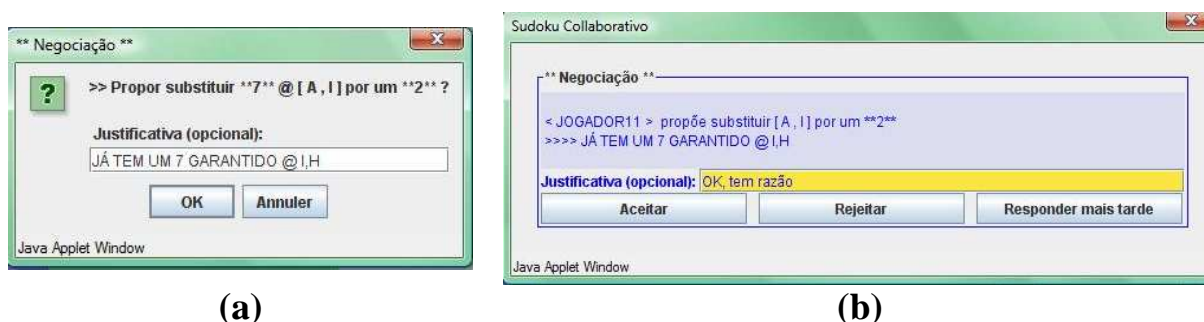


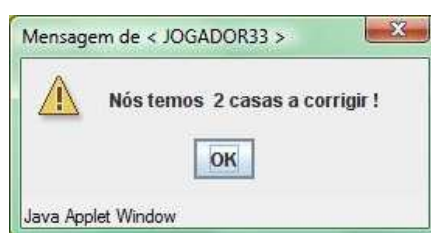
Figura 4.9: Processo de negociação de jogadas: (a) proposta; (b) ativação da resposta

Além da comunicação indireta através das jogadas e negociação, um conjunto fechado de doze mensagens predefinidas foi agregado ao *Sudoku Colaborativo*. A Tabela 4.2 apresenta as mensagens disponibilizadas na versão testada experimentalmente, que podem ser ativadas através da função *Mensagens* (Figura 4.6f).

Tabela 4.2: Mensagens predefinidas disponíveis no *Sudoku Colaborativo*

Conteúdo da mensagem	Funcionalidade / Tema	Valência
“Olá !”	Estabelece comunicação	Neutra
“Tchau, bye-bye !”	Finaliza comunicação	Neutra
“Bom trabalho !”	Contentamento e motivação	Positiva
“Preciso de ajuda, por favor !”	Disposição para negociação	Positiva
“Por favor, mexa-se !”	Descontentamento / Inatividade	Negativa
“Desculpa !” (logo após cobrança do outro)	Justificativa	Positiva
“Desculpa !” (logo após jogada equivocada)	Descontentamento / Rendimento	Negativa
“Quero te ajudar !”;	Disposição para negociação	Positiva
“Tenha mais paciência !”;	Descontentamento com outro	Negativa
“Atenção ao tempo de jogo !”	Descontentamento com outro	Negativa
“Nós temos <n> casas a serem preenchidas !”;	Descontentamento / Rendimento	Negativa
“Nós temos <n> casas aguardando negociação !”	Descontentamento / Negociação	Negativa
“Nós temos <n> casas a corrigir !”.	Descontentamento / Rendimento	Negativa

Essas mensagens são mostradas de maneira instantânea na interface do parceiro, conforme ilustrado na Figura 4.10.

Figura 4.10: Exemplo de mensagem instantânea no *Sudoku Colaborativo*

Um desafio é considerado *finalizado sem sucesso* quando um dos quatro jogadores competindo se desconecta, espontaneamente ou não. Nessa situação, o jogo avisa o parceiro que a dupla está desfeita e avisa os adversários que a competição cessou, pareando-os com a dupla que estiver em espera ou tornando-os a nova dupla em espera, conforme o caso.

Um desafio é considerado *finalizado com sucesso* quando o sudoku for completado corretamente por uma dupla e esta não tiver nenhum dígito aguardando negociação. Nessa situação, o jogo envia uma mensagem instantânea de aviso e reinicia imediatamente um novo desafio, selecionando e enviando outro sudoku para os quatro competidores.

Essa dinâmica de competição, colaboração, comunicação e negociação foram concebidas com o intuito dar fluidez, tornando o andamento do jogo mais ágil e mantendo o engajamento dos jogadores. As partidas têm início e final simultâneos e o preenchimento da grade é feito *em paralelo*, tanto na colaboração intra-equipe quanto na competição entre equipes, portanto o jogo é síncrono mas não é modal (BASTIEN; SCAPIN, 1995).

Uma plataforma tecnológica foi estruturada para suportar o protótipo do jogo *Sudoku Colaborativo*, sendo baseada sobre uma arquitetura cliente-servidor que envolve a integração de algumas tecnologias de acesso livre para o desenvolvimento de aplicações distribuídas, conforme ilustrado na Figura 4.11.

A interface e os módulos de comunicação e processamento do cliente de jogo são disponibilizados através de um *applet Java*, hospedado em um servidor de páginas HTML. Um *applet Java* suporta uma interface gráfica de atualização dinâmica sem requisição explícita do usuário, com rendimento praticamente idêntico ao de uma aplicação *standalone*. A versão implementada é compatível com ambiente de execução JRE (*Java Runtime Environment*) versão 1.5 e portanto demanda a presença do *plugin Java* equivalente instalado apenso ao navegador de Internet nas máquinas clientes.

O servidor de jogo foi desenvolvido como uma aplicação *Java* que se comunica à distância com os clientes trocando mensagens através da tecnologia de portas de comunicação *socket*, suportadas pela camada de aplicação do protocolo TCP-IP. Por razões de segurança, a troca de mensagens por *socket* entre um *applet Java* e uma aplicação *Java* somente é possível desde que o *applet* seja carregado para a máquina do cliente a partir do mesmo endereço IP em que a aplicação também estiver hospedada.

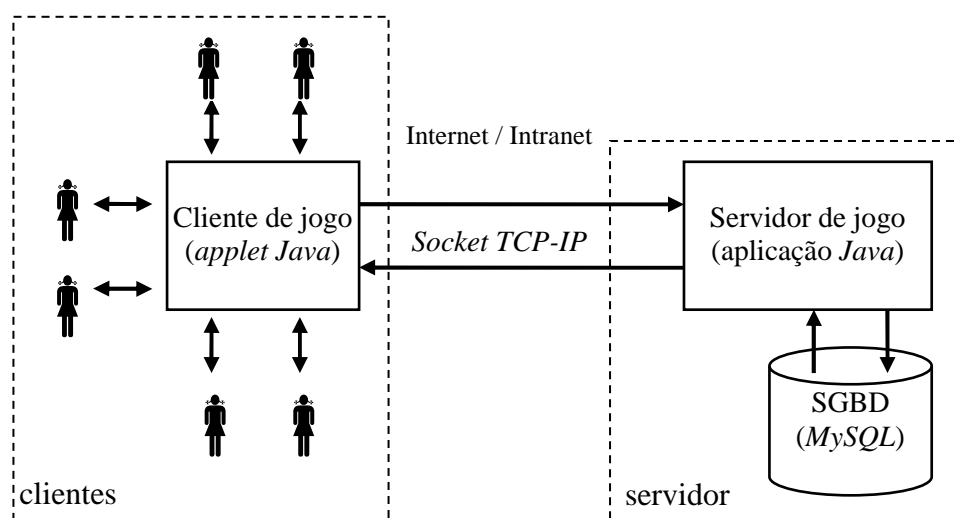


Figura 4.11: Arquitetura cliente-servidor e tecnologias do *Sudoku Colaborativo*

O registro persistente de informações tais como o *log* do servidor e os históricos de partidas e jogadas é feito através de uma base de dados integrada ao servidor, suportada por um Sistema Gerenciador de Bases de Dados *MySQL*. A estrutura da base de dados do protótipo *Sudoku Colaborativo* está detalhada no Apêndice E.

Para dar suporte à dinâmica de colaboração descrita nos parágrafos anteriores, o servidor e os clientes de jogo trocam e interpretam mensagens de acordo com um protocolo concebido como parte do projeto do *Sudoku Colaborativo*. A Tabela 4.3 apresenta alguns pares de mensagens do protocolo suportado. O conjunto completo de mensagens do protocolo é apresentado no Apêndice D.

Tabela 4.3: Mensagens do protocolo cliente-servidor de suporte à colaboração

Mensagem do cliente	Mensagem do servidor	Destinatário	Descrição
NICK Nick	ACCEPT_NICK Nick	Nick	“Conectar”: o jogador pede conexão com o nome de usuário Nick. Se aceito, o servidor responde Nick com um ACCEPT_NICK.
PARTNERS Nick	PARTNERS Lista_disponíveis	Nick	“Jogar”: o jogador Nick pergunta ao servidor quais os possíveis PARTNERS e o servidor lhe envia a lista de jogadores disponíveis.
INVITATION Nick Partner	INVITATION Nick Partner	Partner	“Convidar parceiro”: o jogador Nick convida o jogador Partner para jogar e o servidor avisa Partner que Nick o está convidando.
ACCEPT P N	COMPETITION Sudoku P N A1 A2	P, N, A1, A2	“Aceitar parceiro”: o jogador P aceita convite de N; o servidor avisa P, N, A1 e A2 que a dupla P e N compete com a dupla A1 e A2.

O servidor de jogo captura e registra na base de dados todas as ações de cada jogador, por exemplo, conectar, propor formação de dupla, convite recebido para formação de dupla, resposta enviada ou recebida sobre formação de dupla, jogada individual, negociação proposta ou respondida, proposta recebida ou resposta a uma proposta recebida, mensagem enviada ou recebida, sudoku finalizado com ou sem sucesso, entre outras.

Os protótipos de cliente e servidor do jogo *Sudoku Colaborativo* foram implementados de acordo com o conjunto de características descritas nos parágrafos anteriores²⁶. Visando o emprego do jogo para a modelagem afetiva de alunos em colaboração, também foram incorporados ao jogo mecanismos de captura e registro imediato da *visão* do jogador em relação a eventos potencialmente relevantes do ponto de vista afetivo, no âmbito da dinâmica do jogo de colaboração.

Esses eventos caracterizam particularmente mudanças no resultado dinâmico da colaboração e da competição, ocorridas em função das ações do próprio jogador ou de seu parceiro na partida corrente. Nesse sentido, o seguinte conjunto de *ações do parceiro do ponto de vista de um dado jogador* são capturadas e registradas pelo servidor de jogo:

²⁶ Vislumbrando a perspectiva do emprego deste jogo para coleta de dados experimentais em contextos de usuários falantes de Português (Brasileiro), Francês (França) e Inglês (Britânico), foi elaborada uma versão cuja internacionalização da interface do cliente dá suporte a essas três línguas, inclusive as mensagens enviadas pelo jogador, pelo servidor de jogo e pelo parceiro.

- a) **Proposta de negociação:** o jogador recebe uma proposta justificada (valência positiva) ou não justificada (valência negativa);
- b) **Resposta de negociação:** o jogador recebe um *concordo* (valência positiva) ou *discordo* (valência negativa) a uma proposta feita por ele;
- c) **Inatividade:** o parceiro excede um tempo limite de inatividade (valência negativa);
- d) **Mensagem:** o jogador recebe uma mensagem justificativa ou de incentivo (valência positiva) ou recebe uma mensagem de impaciência ou repreensão (valência negativa);
- e) **Competição intradupla:** o parceiro executa uma jogada de maneira que sua contribuição ao resultado momentâneo do jogo sobrepõe a contribuição do jogador (valência negativa) ou de maneira que é sobreposta por esta (valência positiva);
- f) **Competição entre duplas:** o parceiro executa uma jogada de maneira que o resultado momentâneo da dupla torna-se melhor (valência positiva) ou torna-se pior (valência negativa) em relação ao resultado momentâneo da dupla adversária.

De maneira semelhante, um conjunto equivalente de *ações do jogador do seu próprio ponto de vista* são também capturadas e registradas pelo servidor de jogo. Outras funcionalidades foram ainda agregadas à versão do jogo *Sudoku Colaborativo* empregado especificamente para coleta *on-line* de dados experimentais no âmbito da pesquisa de tese. A fundamentação, funcionamento e resultados obtidos com o emprego do jogo, incluindo todos os mecanismos de coleta de dados agregados, será detalhada no Capítulo 5, em que se apresenta a modelagem afetiva do aluno em jogo de colaboração, o protocolo e a condução dos experimentos realizados, bem como se discutem os resultados obtidos e o processo de refinamento do modelo em função destes.

5. CONSTRUÇÃO DE UM MODELO AFETIVO DO ALUNO EM JOGOS COLABORATIVOS

Nas seções anteriores, foi delimitada a base conceitual a respeito de emoção e afetividade sobre a qual este trabalho está fundamentado (Capítulo 2), com destaque para o *Modelo OCC* e o *Modelo Big-Five*. Em seguida foram descritas algumas implicações da Computação Afetiva no âmbito da Informática na Educação (Capítulo 3), enfatizando a problemática da modelagem afetiva do aluno. Na seqüência foi apresentada a aplicação de jogos como ambientes de aprendizagem colaborativa (Capítulo 4), detalhando o jogo *Sudoku Colaborativo*.

Nesta seção será demonstrado de que maneira o *Modelo OCC* e o *Modelo Big-Five* foram aplicados para a situação de interação síncrona entre os alunos em um jogo de colaboração, explorando o caso do *Sudoku Colaborativo* e, a partir disso, descreve-se a construção de um modelo afetivo para a representação e a inferência de traços de personalidade e emoções de atribuição dos alunos em colaboração.

A Seção 5.1 aborda aspectos gerais do modelo afetivo, descrevendo sua estrutura fundamental e as categorias de informações contempladas. A Seção 5.2 aborda o processo de refinamento do modelo, explicando as sessões experimentais e instrumentos de coleta de dados e como as informações resultantes da análise destes dados foram empregadas para definir aspectos qualitativos e quantitativos de partes do modelo. A Seção 5.3 discute como o modelo construído pode ser empregado na inferência de emoções.

5.1 ASPECTOS GERAIS DO MODELO AFETIVO

O escopo do modelo afetivo construído abrange a modelagem das emoções a partir do processo *antecedente*, ou seja, concentra-se na avaliação cognitiva (*appraisal*) de uma *situação* corrente (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988). As situações modeladas são as *interações* do próprio indivíduo e do parceiro de jogo, avaliadas em função das *normas* comportamentais do aluno e das alterações resultantes nas dinâmicas de colaboração e competição durante o jogo. O conjunto de interações de cada indivíduo é de certa forma condicionado por seus *objetivos* que, juntamente com suas *normas*, são por sua vez condicionados por traços de sua personalidade (MCCRAE; SUTIN, 2007).

No desenvolvimento do modelo afetivo não foram considerados os processos *conseqüentes* das emoções, como excitação fisiológica (*arousal*) e expressões comportamentais emocionais. Estes tipos de evidências poderiam ser adicionados futuramente através da incorporação ao modelo de variáveis representativas, por exemplo, de medidas biométricas indicativas de *arousal* fisiológico (PICARD, 1997) e de expressões faciais

indicativas de estados emocionais (EKMAN; FRIESEN, 2003). No entanto, é preciso reiterar que tais extensões requerem aparatos especializados de hardware e software e que isso vai de encontro à acessibilidade (via navegador de Internet) do jogo *Sudoku Colaborativo*.

O modelo afetivo construído considera um jogo que enfatiza o aspecto colaborativo, ou seja, representa as emoções do aluno em relação a si mesmo e ao parceiro de jogo. O modelo leva em conta a dinâmica do jogo *Sudoku Colaborativo*, que envolve ações coordenadas e aproximadamente simétricas por parte de dois jogadores que tentam resolver conjuntamente uma seqüência de desafios compartilhados pela dupla, envolvendo a construção de sudokus em competição semidireta com outras duplas (Seções 4.3.1 e 4.3.2).

Conforme a hipótese e os pressupostos definidos na Seção 1.2, este trabalho empreendeu um estudo exploratório buscando estabelecer relações de dependência ou de independência entre alguns aspectos cognitivos e afetivos do aluno em um jogo colaborativo. Empregando a tecnologia de *Rede Bayesiana* (RB), no processo de modelagem buscou-se representar esses aspectos através de variáveis de densidade de probabilidade, investigando relações de dependência condicional entre os estados discretos dessas variáveis, de forma que tais relações são expressas através de *Tabelas de Probabilidade Condicional* (TPC).

A escolha por essa abstração computacional de RB (Seção 3.3) levou em consideração duas possibilidades principais:

- a) representar aspectos da incerteza inerente às variáveis e relações do domínio afetivo, cognitivo e comportamental do aluno;
- b) considerar a dinâmica do processo de inferência, ou seja, atualizar o modelo com novas evidências conforme sejam capturadas pelo jogo.

De acordo com as definições da Seção 3.3, a princípio pode-se inserir evidências em qualquer variável de uma RB, ou seja, alterar a probabilidade que representa a crença na ocorrência de um determinado estado da variável, observando em seguida os estados das demais variáveis, estejam estas localizadas na cadeia causal como condicionantes (*causas*) ou condicionadas (*efeitos*) das variáveis evidenciadas.

Num primeiro momento foram definidas algumas variáveis e relações qualitativas, ou seja, a influência causal pressuposta entre essas variáveis. Essas variáveis e relações foram definidas analisando-se a dinâmica do ambiente (jogo) de aprendizagem colaborativa à luz dos modelos teóricos selecionados (*Modelo OCC* e *Modelo Big-Five*). O refinamento desse modelo foi efetuado com base na análise dos dados coletados através de experimentação, processo que será explicado mais adiante (Seção 5.2).

A RB investigada experimentalmente apresenta uma estrutura causal em *camadas*, cujas *classes* de variáveis e relações estão ilustradas na Figura 5.1. Traços da personalidade do aluno levam-no a comprometer-se mais com alguns objetivos e menos com outros, bem como levam-no a adotar determinados critérios de julgamento nas interações, expressos por *normas* de comportamento relacionado a objetivos (GOLDBERG, 1982, 1993; MCCRAE; SUTIN, 2007). O aluno persegue determinados objetivos enquanto interage com o parceiro através das ações disponíveis no ambiente de aprendizagem colaborativa. As *emoções de atribuição* em relação a si mesmo e ao parceiro são condicionadas pelo *appraisal* cognitivo das interações relevantes, do próprio aluno e do parceiro, conforme elas sejam aprovadas ou desaprovadas de acordo com as *normas* do aluno (ORTONY; CLORE; COLLINS, 1988).

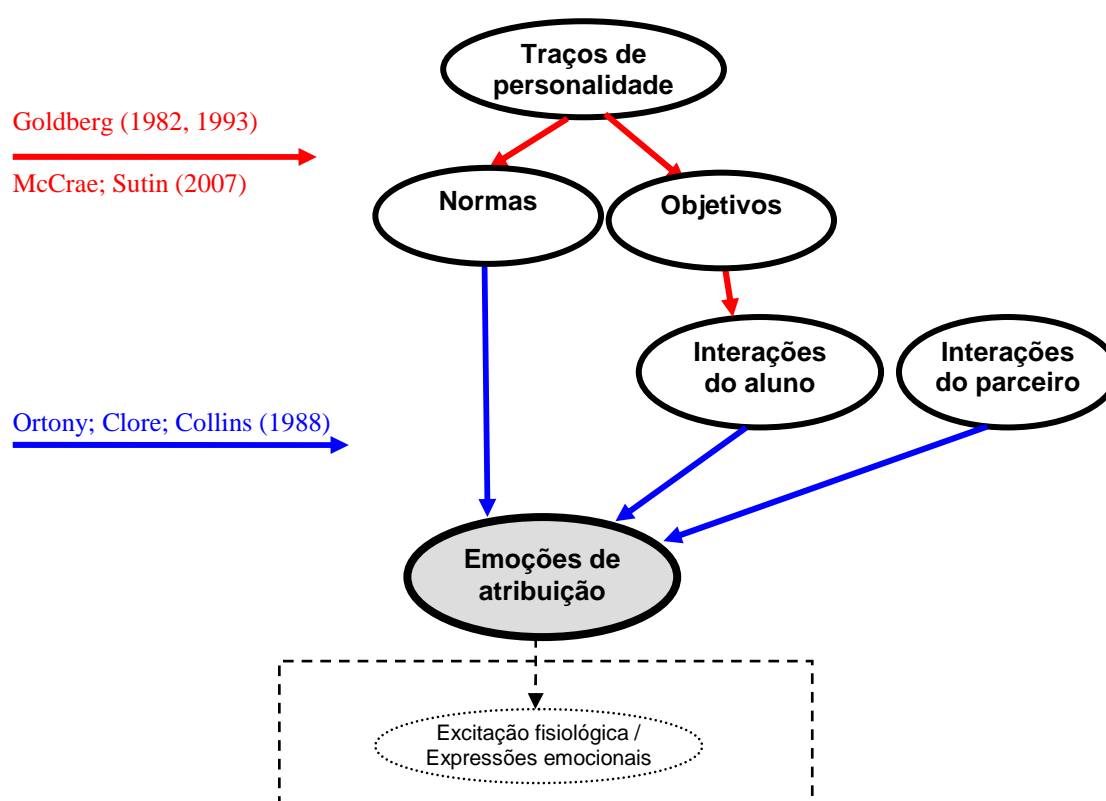


Figura 5.1: Classes de variáveis e principais relações do modelo afetivo e seu referencial (os itens pontilhados apenas indicam uma possível extensão futura)

5.1.1 Traços de personalidade

A classe ou camada de traços de personalidade (Figura 5.1) foi desdobrada em quatro variáveis aleatórias correspondentes aos fatores do *Modelo Big-Five*, quais sejam, *Extroversão*, *Socialização*, *Escrupulosidade* e *Equilíbrio Emocional*. O fator *Abertura para Experiência* não foi incluído no modelo porque não deveria influenciar uma atividade num domínio restrito. Especificamente, não foram encontrados argumentos para sustentar o

condicionamento de *objetivos* ou *normas* do aluno pela presença da componente positiva ou negativa deste fator. Além disso, segundo John; Srivastava (1999), *Abertura para Experiência* é o fator do *Modelo Big-Five* que apresenta menor confiabilidade em termos de generalização, sendo menos replicável entre culturas distintas devido a uma menor congruência nas traduções das escalas e instrumentos de avaliação, pois existe uma variabilidade semântica muito mais acentuada nos descritores e nos contextos associados.

Dadas as definições desses fatores (ver Seção 2.6.2), foram levantadas algumas suposições sobre suas relações com os *objetivos* e *normas* comportamentais do aluno. A estrutura geral de condicionamento sustenta-se no pressuposto de que os traços de personalidade caracterizam tendências básicas do indivíduo que, através de um processo de adaptação característica, induzem determinadas tendências de comportamento.

Na Teoria dos Cinco Fatores, processos dinâmicos traduzem tendências básicas (os traços da personalidade) em adaptações características; e essas adaptações características em comportamentos. [...] Um indivíduo reage a um evento baseado em parte em seus traços de personalidade e os traços também influenciam o modo como as emoções, motivos e fenomenologia da experiência são codificados na memória. Essas memórias são salientes e prontas para serem acessadas pelo indivíduo quando ele ou ela forma novos objetivos, entra em novas situações sociais e assume novos papéis e identidades. Nessas situações, memórias autobiográficas se ativam para servir como autoguias para comportamento relacionado a objetivos, influenciando pensamentos, sentimentos e comportamentos conforme o indivíduo progride em direção àqueles objetivos (MCCRAE; SUTIN, 2007, p. 431, tradução do autor).

5.1.2 Objetivos e normas comportamentais do aluno

A classe de *objetivos* do aluno foi desdobrada em cinco variáveis aleatórias. Antes ainda de se experimentar o jogo *Sudoku Colaborativo* com usuários, um conjunto de objetivos do aluno foram especificados, abstraindo-se algumas metas que o aluno pudesse perseguir no âmbito da dinâmica de jogo, ou seja, aquilo a que o aluno pudesse estar direcionado durante a resolução dos desafios em colaboração com o parceiro e em competição com a dupla adversária. A Tabela 5.1 descreve o que significam essas variáveis que compõem a classe de *objetivos* do aluno.

Tabela 5.1: Objetivos do aluno em um jogo de colaboração

Variável	Descrição
<i>Bater_adversários</i>	O aluno tem como meta jogar melhor que seus adversários.
<i>Bater_parceiro</i>	O aluno tem como meta jogar melhor que seu parceiro de jogo.
<i>Motivar_parceiro</i>	O aluno tem como meta manter o parceiro de jogo motivado.
<i>Diversão</i>	O aluno tem como meta se divertir através do jogo.
<i>Negociar_solução</i>	O aluno tem como meta resolver o problema através de negociação.

A princípio, esses objetivos **não** são mutuamente exclusivos, uma vez que o aluno pode almejar qualquer combinação dos mesmos. Entretanto, a consecução dos objetivos pode ser conflitante, dependendo da complexidade do desafio a ser resolvido, da limitação de ações disponíveis, da disposição e habilidades do parceiro e dos adversários.

A representação de objetivos relacionados à diversão e à competição (*Diversão*, *Bater_adversários*, *Bater_parceiro*) é coerente com as expectativas relativas a um ambiente de jogo. Os objetivos relativos a manter a colaboração e melhorar o desempenho da dupla (*Negociar_solução*, *Motivar_Parceiro*) são coerentes com as expectativas em um ambiente de colaboração.

Segundo o *Modelo OCC*, emoções de atribuição são decorrentes do *appraisal* de ações atribuídas a si ou a outros agentes, em função de normas adotadas pelo indivíduo. Neste trabalho de pesquisa foram consideradas apenas normas comportamentais, ou seja, comportamentos associados a objetivos que o indivíduo espera de si mesmo e do parceiro de dupla. Dessa forma, as normas comportamentais (Tabela 5.2) foram definidas indiretamente como expectativas do indivíduo relacionadas ao mesmo conjunto de objetivos investigado.

Tabela 5.2: Normas comportamentais do aluno durante a resolução de um desafio

Variável	Descrição
<i>Norma_Bater_adversários</i>	O aluno deseja ou espera que seu parceiro de jogo tenha como meta jogar melhor que seus adversários.
<i>Norma_Bater_aluno</i>	O aluno deseja ou espera que seu parceiro de jogo tenha como meta jogar melhor que o aluno.
<i>Norma_Motivar_aluno</i>	O aluno deseja ou espera que seu parceiro de jogo tenha como meta manter o aluno motivado.
<i>Norma_Diversão</i>	O aluno deseja ou espera que seu parceiro de jogo tenha como meta se divertir através do jogo.
<i>Norma_Negociar_solução</i>	O aluno deseja ou espera que seu parceiro de jogo tenha como meta resolver o problema através de negociação.

Embora sejam inspiradas nos objetivos e tenham inclusive nomes semelhantes aos mesmos, as normas comportamentais têm outra definição (Tabela 5.2) e outro papel (Figura 5.1) no modelo afetivo. E os resultados experimentais (descritos adiante, na Seção 5.2.2) têm demonstrado que objetivos e normas comportamentais não apresentam correlações elevadas e apresentam relações de dependência distintas no tocante aos traços de personalidade.

5.1.3 Interações do aluno e do parceiro de jogo

A dinâmica do *Sudoku Colaborativo* foi concebida para destacar o aspecto colaborativo, com a finalidade de avaliar *emoções de atribuição* do aluno no que diz respeito

ao resultado da colaboração entre os parceiros. Os elementos do jogo propriamente ditos foram definidos visando interferir o mínimo possível na interação e nos estados afetivos. Os eventos do jogo considerados para a modelagem afetiva do aluno são aqueles resultantes das ações do aluno e das ações do seu parceiro, durante o desenrolar do jogo.

Essas interações caracterizam-se como as ações coordenadas, negociação e comunicação estruturada que resultam em alterações nas dinâmicas de colaboração e competição e que são capturadas pelo jogo *Sudoku Colaborativo*. As interações do parceiro são listadas a seguir:

- a) **Proposta de negociação:** o jogador recebe uma proposta justificada (valência positiva) ou não justificada (valência negativa);
- b) **Resposta de negociação:** o jogador recebe um *concordo* (valência positiva) ou *discordo* (valência negativa) a uma proposta feita por ele;
- c) **Inatividade:** o parceiro excede um tempo limite de inatividade (valência negativa);
- d) **Mensagem:** o jogador recebe uma mensagem justificativa ou de incentivo (valência positiva) ou recebe uma mensagem de impaciência ou repreensão (valência negativa);
- e) **Competição intradupla:** o parceiro executa uma jogada de maneira que sua contribuição ao resultado momentâneo do jogo sobrepõe a contribuição do jogador (valência negativa) ou de maneira que é sobreposta por esta (valência positiva);
- f) **Competição entre duplas:** o parceiro executa uma jogada de maneira que o resultado momentâneo da dupla torna-se melhor (valência positiva) ou torna-se pior (valência negativa) em relação ao resultado momentâneo da dupla adversária.

Em função das interações disponíveis no jogo, foram definidas algumas variáveis para representar padrões de interação do parceiro que pudessem influenciar a ocorrência de *emoções de atribuição* (e, para o caso das ações do próprio aluno, ser influenciados pela presença ou ausência dos objetivos considerados na Seção 5.1.2). Chegou-se com isso aos padrões de interação descritos na Tabela 5.3. As interações e os padrões de interação do próprio aluno foram definidos de maneira equivalente.

Tabela 5.3: Padrões de interação do parceiro de jogo

Variável	Descrição
<i>Negociação</i>	Representa o padrão de negociação do parceiro, expresso pela proporção entre propostas e respostas positivas e negativas.
<i>Comunicação</i>	Representa o padrão de comunicação afetiva do parceiro, expresso pela proporção relativa entre mensagens afetivas positivas e negativas.
<i>Atividade</i>	Representa o padrão de atividade do parceiro, se na maior parte do tempo ele é ativo ou inativo, do ponto de vista do aluno.
<i>Compete_adversário</i>	Representa o padrão de competitividade do parceiro em relação à dupla adversária, se ele melhora ou piora o jogo.
<i>Compete_parceiro</i>	Representa o padrão de competitividade do parceiro em relação ao aluno, se ele joga melhor ou pior que o aluno.

5.1.4 Emoções de atribuição

Foram incorporadas ao modelo afetivo quatro variáveis relativas a emoções que se originam como reações precedidas do *appraisal* de ações próprias e de ações do parceiro, aprovando ou desaprovando-as em função de normas comportamentais próprias. No *Modelo OCC*, esse é o chamado grupo de *emoções de atribuição*, formado pelo *orgulho* e *vergonha* de ações atribuídas a si mesmo e *admiração* e *reprovação* de ações atribuídas a outro agente.

Embora existam outros elementos que potencialmente influenciariam alguns estados afetivos, por exemplo, a adaptação de cada usuário à interface oferecida, a limitação de recursos de interação, a afinidade do usuário com o tipo de tarefa requerida e ao domínio do raciocínio requerido por parte do usuário, estes aspectos não foram considerados como fontes geradoras de eventos relevantes na modelagem afetiva. Diferentemente da suposição inicial de Conati (2002), em um experimento envolvendo um jogo sobre fatoração numérica, Conati; Maclaren (2004) não encontraram relações significativas entre o conhecimento prévio do aluno sobre o assunto e as emoções do aluno focadas em si mesmo e num agente assistente de aprendizagem.

Todas as variáveis aleatórias do modelo afetivo são discretas e binárias, ou seja, cada variável apresenta um par de estados mutuamente exclusivos, *Sim* e *Não*. Uma vez que os valores de probabilidade assumidos pelos estados das variáveis representam um certo *grau* de crença na ocorrência dos respectivos estados, o fato de que estes são mutuamente exclusivos apenas exige que a soma dessas probabilidades seja igual a 1 (ou seja, 100%). Por exemplo, em função das demais variáveis, evidências e relações da RB, é possível que num determinado momento o modelo afetivo apresente uma crença de 60% que o aluno tem o objetivo de alcançar uma solução através de negociação (estado *Sim* da variável

Negociar_solução) e uma crença de 40% que o aluno não deseja negociar (estado *Não* da variável *Negociar_solução*).

5.2 REFINAMENTO DO MODELO AFETIVO

Numa modelagem empregando a representação em RB, dado o conjunto de variáveis escolhidas para representar o domínio de aplicação, faz-se necessário determinar as relações (qualitativas) de influência causal entre essas variáveis, suas funções de densidade de probabilidade e as TPCs que quantificam as relações de causalidade. As informações que sustentam esse processo de refinamento podem ser obtidas a partir da literatura especializada, através da consulta a especialistas no assunto ou através da condução de experimentos sistemáticos e da análise dos dados obtidos.

Neste trabalho, a seleção inicial das variáveis e a determinação do fluxo causal entre classes de variáveis foi feito com base na fundamentação teórica (*Modelo OCC* e *Modelo Big-Five*), ao passo que o processo de refinamento qualitativo e quantitativo foi baseado na análise de dados obtidos experimentalmente.

As TPCs relacionando as variáveis do modelo afetivo do aluno foram quantificadas através da aplicação do algoritmo de *aprendizagem de máquina* conhecido como E-M (*Estimation-Maximization*), que visa à maximização da estimativa da distribuição de probabilidade, calculada a partir de um conjunto de casos (LAURITZEN, 1995).

Considerando-se que **B** representa um parâmetro *conhecido* de um modelo estatístico, emprega-se a probabilidade condicional $P(A|B)$ para estimar (inferência *para frente*) a probabilidade de um dado *não conhecido*, representado por **A**. Complementarmente, quando se conhece o dado **A**, emprega-se a inferência (*para trás*) formalizada pela Equação 5.1 (*Regra de Bayes*, ver Seção 3.3) para estimar a probabilidade do parâmetro **B**.

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} \quad (5.1)$$

O algoritmo E-M recebe como entrada uma seqüência incompleta de casos observados experimentalmente e estima de maneira iterativa a maximização da distribuição de probabilidade dos parâmetros associados, de maneira que ao final do processo as TPCs desses parâmetros são as mais bem *ajustadas* ao conjunto de casos observados.

O algoritmo E-M é capaz de extrair estimativas a partir de dados *incompletos*, tanto no sentido individual quanto no conjunto (base de casos). Exceto em circunstâncias muito específicas, a seqüência de casos empregados na aprendizagem é (quase) sempre incompleta,

ou seja, representa apenas uma amostra de todo o conjunto de casos possíveis. De maneira semelhante, é comum a amostra apresentar casos incompletos, em que nem todas as variáveis apresentam um valor definido. Esse aspecto será exemplificado adiante, na Seção 5.2.2.

5.2.1 Experimentação

Neste trabalho foram coletados dados para refinamento do modelo através de quatro sessões experimentais distintas. Os dados foram considerados em bloco, como uma única amostra. A Tabela 5.4 apresenta alguns dados básicos dessas sessões experimentais. O número de participantes se refere àqueles cujos registros foram efetivamente considerados na composição do grupo experimental, totalizando quarenta sujeitos. Ao todo, considerando as sessões experimentais que forneceram dados para o refinamento e também os testes de funcionalidades, cerca de setenta pessoas interagiram com o protótipo *Sudoku Colaborativo*.

Tabela 5.4: Sessões de coleta de dados para refinamento do modelo

Sessão	Número de participantes	Local do experimento	Data
1	05	INP Grenoble, Isère, França	04/03/2008
2	08	UNISINOS, Canoas, RS	14/05/2008
3	15	UTFPR, Pato Branco, PR	27/05/2008
4	12	UTFPR, Pato Branco, PR	08/10/2008

Protocolo experimental

A Figura 5.2 apresenta um esquema do protocolo experimental seguido durante as sessões de coleta de dados para refinamento do modelo afetivo. Tal protocolo foi definido e incorporado a este trabalho de tese durante estágio de doutorado sanduíche, tendo sido debatido em seminário de andamento do projeto de cooperação. A rotina empregada em cada sessão experimental compunha-se de três etapas subsequentes: *Pré-Jogo*, *Jogo* e *Pós-Jogo*.

Na etapa denominada *Pré-jogo*, inicialmente o pesquisador apresentava aos sujeitos experimentais uma explicação oral sobre os objetivos do projeto de pesquisa em geral e do experimento em particular, ou seja, a construção de um modelo afetivo do aluno para jogos colaborativos e a obtenção de dados para o ajuste qualitativo e quantitativo de tal modelo em construção. Os participantes eram informados do caráter voluntário e sigiloso de sua participação e, caso estivessem de acordo, assinavam um *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* (Apêndice F), bem como recebiam uma cópia do mesmo assinada pelo pesquisador presente. Em seguida os participantes respondiam ao inventário para determinação de traços de personalidade de acordo com o *Modelo Big-Five* (Seção 2.6.2),

cujos modelos adaptados são apresentados por completo²⁷ no Apêndice A. Ainda nessa etapa, os participantes recebiam uma explicação demonstrativa (sem prática) do *Sudoku Colaborativo*, objetivos, regras e funcionalidades, com apoio de um pequeno *manual* do jogo.

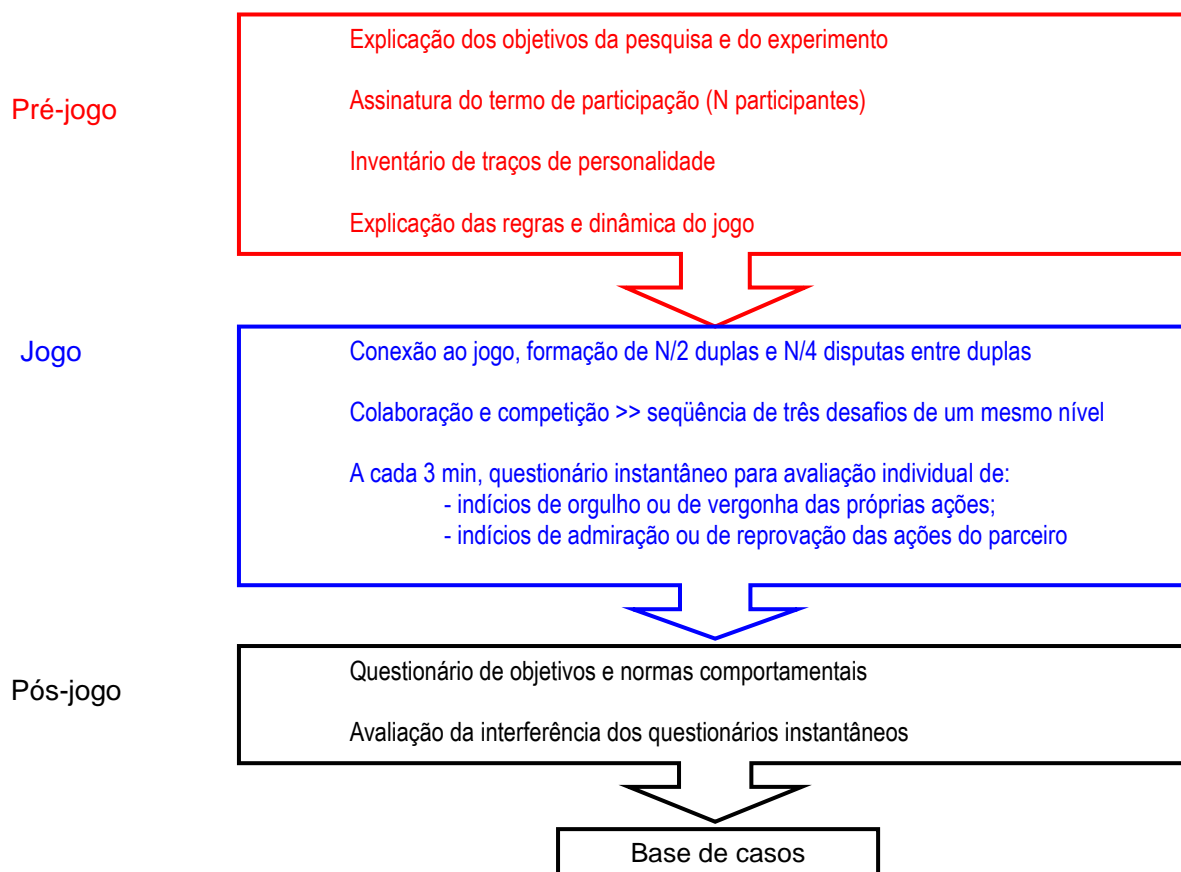


Figura 5.2: Esquema do protocolo experimental empregado nas sessões de coleta de dados

Na etapa denominada *Jogo*, os participantes se conectavam ao servidor de jogo, formavam duplas e competiam com outras duplas buscando a resolução de problemas lógico-espaciais do tipo sudoku, através dos mecanismos de competição e colaboração (ações coordenadas, negociação e comunicação estruturada) descritos na Seção 4.3.2. As disputas entre duas duplas seguiam por uma seqüência de três desafios sudoku de um mesmo nível de dificuldade. Embora possa variar bastante, o tempo previsto para a resolução colaborativa de um sudoku era de cerca de quinze minutos, de maneira que foram previstos quarenta e cinco minutos para esse processo. Por se tratar de uma tarefa que exige concentração, foi estipulado o limite de uma hora de jogo, evitando-se assim que a fadiga excessiva dos participantes pudesse interferir nos dados coletados.

²⁷ O inventário efetivamente respondido pelos participantes apresentava apenas quarenta questões, correlacionadas (em subconjuntos de dez) aos quatro traços empregados no modelo afetivo, ou seja, *Extroversão*, *Socialização*, *Escrupulosidade* e *Estabilidade Emocional*.

Ainda durante a etapa *Jogo* era apresentado um “Questionário Semi-Estruturado” a fim de capturar *como o participante se sentia no momento corrente*. Esse questionário de *emoções de atribuição* visava coletar indícios da ocorrência de *orgulho, vergonha, admiração* ou *reprovação* frente ao parceiro. De resposta compulsória, o questionário era apresentado a cada três minutos e o mesmo foi implementado através de uma janela instantânea (*pop-up*) e modal. O Apêndice C apresenta as versões do questionário utilizado. O mesmo apresenta uma escala de respostas mutuamente exclusivas (*muito mal, mal, indiferente, bem, muito bem*) para cada uma das duas questões (*em relação às próprias ações, em relação às ações do parceiro*). Uma vez ativada uma resposta, o questionário oferece uma escala equivalente de *razões* para a mesma, também mutuamente exclusivas, além de um campo em texto aberto, para a captura de eventuais justificativas não previstas. As justificativas predefinidas remetem a ações do jogador e de seu parceiro, visando capturar os comportamentos aprovados ou desaprovados mais salientes na memória de cada participante, possibilitando sua posterior contraposição às ações capturadas pelo jogo nos instantes precedentes.

Na etapa denominada *Pós-Jogo* os participantes respondiam a um questionário sobre sua adesão a determinados *objetivos* durante o jogo, bem como a determinadas *normas* comportamentais, ou seja, comportamentos associados a objetivos que ele ou ela desejava ou esperava do parceiro de dupla. O modelo de questionário para coleta de indícios sobre *objetivos* e *normas* que foi empregado nas sessões experimentais está detalhado no Apêndice B. Cada participante respondia através de uma escala de cinco níveis de adesão mutuamente exclusivos, associada a cada um dos objetivos e normas que compunham o modelo afetivo. Também havia uma questão aberta em texto livre para captura de eventuais normas e objetivos não previstos inicialmente. Além disso, nesse questionário os indivíduos respondiam à questão “*Você acredita que a aparição das janelas “popups” de tempo em tempo causou irritação ou influenciou a avaliação que você deu em suas respostas ?*”, visando estimar uma eventual interferência dessa abordagem nos resultados obtidos.

Para facilitar a organização das sessões experimentais, todos os instrumentos de coleta de dados e de apoio a esse processo foram compilados em uma página HTML²⁸: termo de participação, manual do jogo, inventário de personalidade, jogo *Sudoku Colaborativo*, questionário de objetivos, normas e interferência das janelas instantâneas.

Ao final desse processo, cada sessão experimental possibilitou a coleta de dados relacionados aos traços de personalidade, objetivos durante o jogo, normas comportamentais

²⁸ Modelo disponível em <http://pessoal.utfpr.edu.br/epontarolo/sudoku>.

relacionadas a objetivos, interações colaborativas (ações coordenadas, negociação e comunicação estruturada) e avaliações afetivas das próprias ações e das ações do parceiro durante o jogo. Isso se deu em cada sessão para um certo número de sujeitos experimentais, empregando-se os instrumentos de coleta de dados indicados anteriormente e os mecanismos de captura e registro acoplados ao *Sudoku Colaborativo*, descrito na Seção 4.3.2.

Em seguida, aplicando-se à esta base de dados alguns processos tais como agrupamento, filtragem e seleção, uma *Base de Casos* pôde ser estruturada. Considerando-se variáveis discretas binárias, como neste trabalho, um *caso* é uma seqüência de valores associados a um dos dois estados mutuamente exclusivos de cada variável, ou ainda um valor indefinido (por exemplo, representado por *N/A*, *null* ou *<null>*) e em tal situação o caso é considerado *incompleto* para uma ou mais variáveis. A seguir serão apresentados os processos de estruturação da base de casos, os resultados obtidos e como as informações extraídas foram empregadas no refinamento do modelo afetivo do aluno.

5.2.2 Resultados e discussão

O grupo experimental estudado foi caracterizado como uma amostra não estratificada, os quarenta participantes investigados foram considerados como pertencentes a um mesmo conglomerado, não sendo levadas em consideração eventuais subdivisões em estratos (por exemplo, idade, sexo, condição social). Os participantes das sessões eram estudantes de Computação das instituições listadas na Tabela 5.4. A média de idade dos participantes era de 21,3 anos, sendo que 70% estavam abaixo dessa média e 92,5% tinham entre 17 e 30 anos de idade, caracterizando um grupo de quarenta adultos jovens estudantes de computação, dos quais 85% do sexo masculino e 15% do sexo feminino.

Os primeiros dados analisados se referiam aos traços de personalidade. Esses índices foram avaliados para cada sujeito experimental segundo as escalas e o cálculo recomendado pela IPIP (2006), descritos na Seção 2.6.2. Ainda segundo IPIP (2006), não há uma norma padronizada para os índices obtidos, uma vez que não se deve esperar obter uma amostra representativa em termos de traços de personalidade para uma população muito ampla. A recomendação é o emprego de normas locais. Dessa forma, passou-se a estudar os índices de traços de personalidade dos sujeitos da amostra, a fim de definir normas locais que permitissem separar os sujeitos em duas classes por traço, os de tendência *positiva* e os de tendência *negativa* dentro da amostra.

A Tabela 5.5 apresenta um resumo de medidas descritivas (HOEL, 1979) referentes aos índices dos traços de personalidade dos participantes da amostra selecionada, avaliados de

acordo com a metodologia de IPIP (2006), descrita na Seção 2.6.2. O intervalo de índices passíveis de serem obtidos com essa metodologia varia entre 10 e 50 para cada traço. Esse intervalo de amplitude 40 foi dividido em dez classes a fim de visualizar as distribuições de frequência obtidas em cada variável.

Tabela 5.5: Parâmetros descritivos dos índices de quatro traços de personalidade avaliados em 40 indivíduos

Parâmetro \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
Mínimo	17,0	24,0	24,0	12,0
Máximo	45,0	50,0	46,0	50,0
Média	30,4	36,3	34,7	32,9
Mediana	30,0	37,0	34,5	32,0
Moda	30,0	37,0	34,0	32,0
Desvio padrão	7,0	6,9	6,1	8,0

A Figura 5.3 apresenta o histograma de frequência de índices do fator *Extroversão* avaliada nos sujeitos experimentais. A assimetria (*skewness*) padronizada foi calculada em 0,417. Essa medida caracteriza a assimetria entre as caudas da curva de distribuição. A curtose (*kurtosis*) padronizada foi calculada em -0,678. Essa medida de dispersão caracteriza o *achatamento* da curva da função de distribuição. Como essas duas medidas obtidas estão *bem comportadas* no intervalo -2 a +2, pode-se supor que os dados venham de uma população para a qual a distribuição do índice de *Extroversão* se aproxima da distribuição normal (HOEL, 1979). Considerando-se um intervalo de confiança de 95%, a média do índice de *Extroversão* deve ser de 30,4 +/- 2,2, ou seja, entre 28,2 e 32,6.

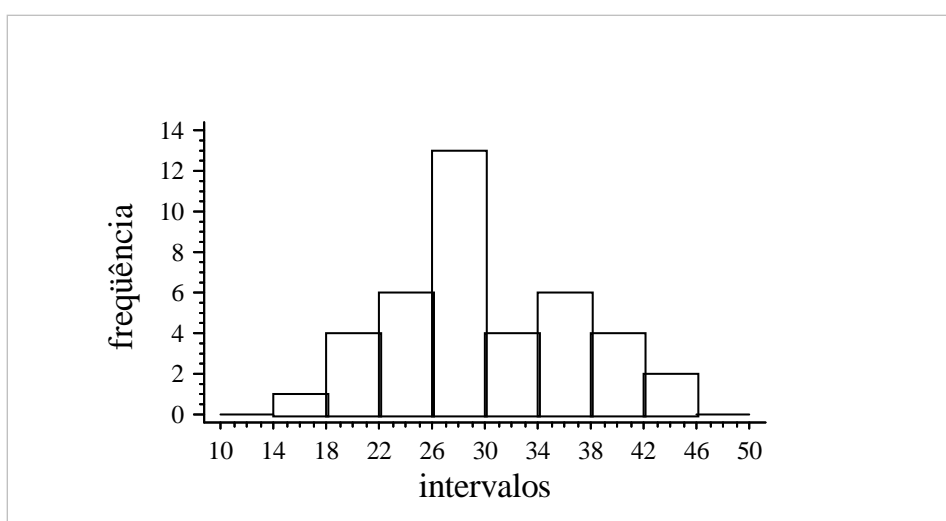


Figura 5.3: Distribuição de frequência de índices de *Extroversão* avaliada em 40 indivíduos

A Figura 5.4 apresenta o histograma de frequência de índices do fator *Socialização* avaliada nos sujeitos experimentais. Segundo a curtose padronizada (-0,601) e a assimetria

(0,147), pode-se ainda supor que os dados venham de uma população para a qual a distribuição do índice de *Socialização* se aproxima da distribuição normal. Considerando-se um intervalo de confiança de 95%, a média do índice de *Socialização* deve ser de $36,3 \pm 2,2$, ou seja, entre 34,1 e 38,5.

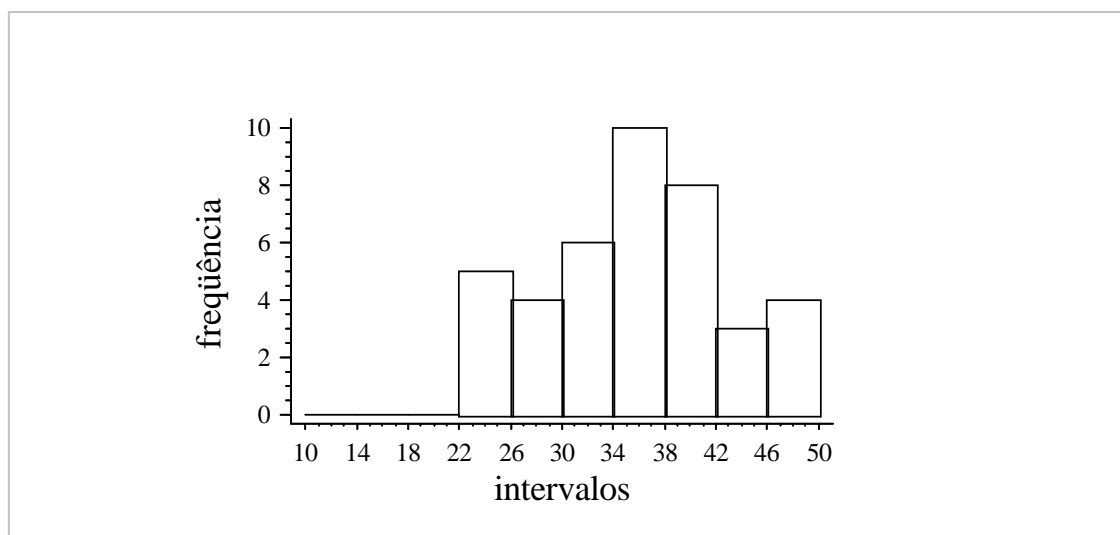


Figura 5.4: Distribuição de frequência de índices de *Socialização* avaliada em 40 indivíduos

A Figura 5.5 apresenta o histograma de frequência de índices do fator *Escrupulosidade* avaliada nos sujeitos experimentais. Segundo a curtose padronizada (-1,223) e a assimetria (0,298), ainda se pode supor que os dados venham de uma população para a qual a distribuição do índice de *Escrupulosidade* se aproxima da distribuição normal. Considerando-se um intervalo de confiança de 95%, a média do índice de *Escrupulosidade* deve ser de $34,7 \pm 1,9$, ou seja, entre 32,8 e 36,6.

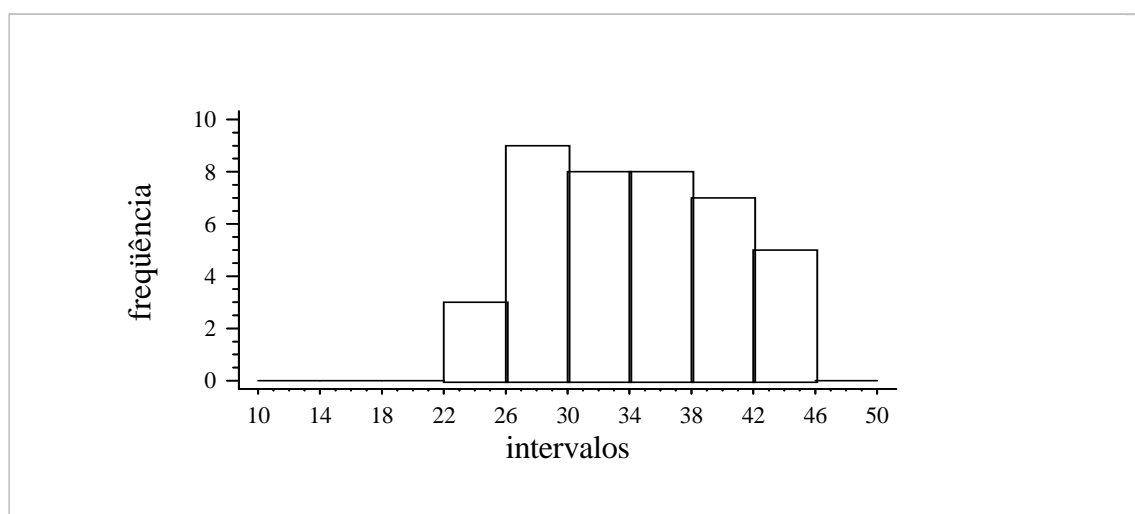


Figura 5.5: Distribuição de frequência de índices de *Escrupulosidade* avaliada em 40 indivíduos

A Figura 5.6 apresenta o histograma de freqüência de índices do fator *Estabilidade Emocional* avaliada nos sujeitos experimentais. Segundo a curtose padronizada (0,203) e a assimetria (-0,574), pode-se supor que os dados venham de uma população para a qual a distribuição do índice de *Estabilidade Emocional* se aproxima da distribuição normal. Considerando-se um intervalo de confiança de 95%, a média do índice de *Estabilidade Emocional* deve ser de 32,9 +/- 2,6, ou seja, entre 30,3 e 35,5.

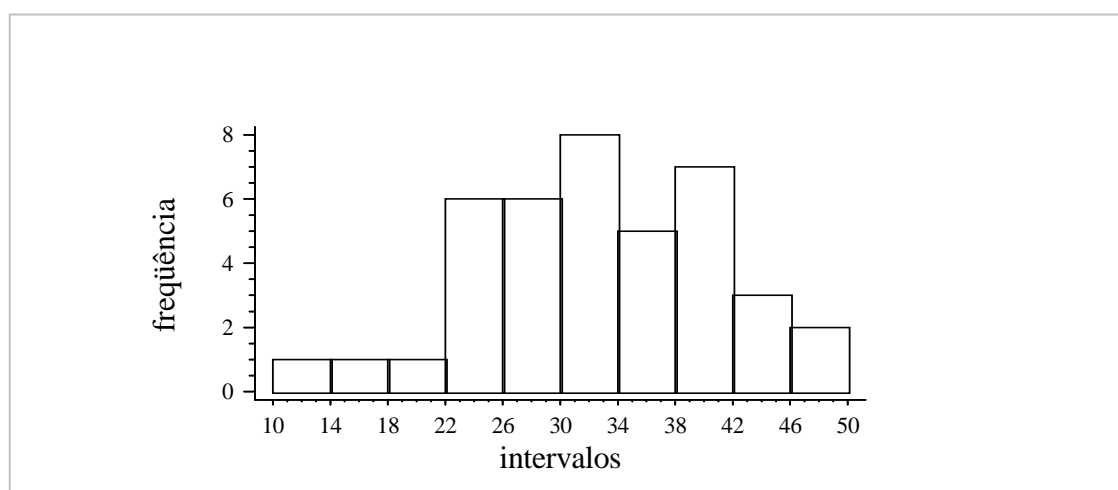


Figura 5.6: Distribuição de freqüência de índices de *Estabilidade Emocional* avaliada em 40 indivíduos

O *coeficiente de correlação produto-momento*, ou simplesmente coeficiente r de Pearson ($-1 \leq r \leq +1$) expressa a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis (HOEL, 1979). Esse coeficiente é obtido dividindo-se a covariância das variáveis pelo produto de seus desvios-padrão. Sejam dois conjuntos de dados A e B, se $r = -1$, interpreta-se que os valores em A relacionam-se de maneira inversamente linear aos valores em B. Se $r = +1$, interpreta-se que os valores em A variam de maneira diretamente linear aos valores em B. Se $r = 0$, interpreta-se que os valores em A e em B não tem um relacionamento linear, embora ainda possam ter um relacionamento não linear. De maneira geral exige-se um valor absoluto de $|r| \geq 0,7$ (*correlação forte*) e mesmo em determinadas circunstâncias $|r| \geq 0,9$ (*correlação muito forte*), como indicador que justifique uma investigação mais aprofundada das razões desse relacionamento entre duas variáveis.

Embora correlação não implique condicionamento causal, a presença de coeficientes relevantes de correlação entre as variáveis de *traços de personalidade* e as variáveis de *normas* e de *objetivos* do aluno poderiam indicar as relações candidatas a serem investigadas mais a fundo. Paralelamente, a presença de correlação elevada entre as variáveis de uma mesma classe dificulta o isolamento de suas relações com variáveis externas à classe,

exigindo o emprego de técnicas avançadas de estatística multivariada, por exemplo, Análise de Componentes Principais (ACP).

A Tabela 5.6 apresenta a matriz simétrica de correlação linear *interna* entre os índices de traços de personalidade (*T*) avaliados nos sujeitos experimentais. A média dos valores absolutos das correlações internas do conjunto de 6 combinações de pares ordenados de variáveis $C_T = \{x,y / x \in T, y \in T, T=1..4, x \neq y\}$ foi calculada $\mu_T = \sum |r_{x,y}| / 6 = 0,182$. Observa-se que a correlação interna mais significativa foi $r_{x,y}=0,391$, entre as variáveis *Socialização* e *Estabilidade Emocional*. Esses resultados de correlação *fraca* são coerentes com as expectativas de acordo com o *Modelo Big-Five* (JOHN; SRIVASTAVA, 1999) e habilitaram a investigação das relações entre essas e as demais variáveis do modelo afetivo.

Tabela 5.6: Coeficientes de correlação linear entre índices de quatro traços de personalidade avaliados em 40 participantes

Traço \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
<i>Extroversão</i>	1,000	0,052	-0,146	-0,068
<i>Socialização</i>	0,052	1,000	0,222	0,391
<i>Escrupulosidade</i>	-0,146	0,222	1,000	0,219
<i>Estabilidade</i>	-0,068	0,391	0,219	1,000

Resultados semelhantes podem ser observados analisando-se os coeficientes de correlação linear interna para as variáveis da classe *normas* (*N*) e para as variáveis da classe *objetivos* (*O*) do modelo afetivo do aluno. Dentre as variáveis da classe *objetivos*, a média dos valores absolutos das correlações internas do conjunto de 10 combinações de pares ordenados de variáveis $C_O = \{i,j / i \in O, j \in O, O=1..5, i \neq j\}$ foi calculada $\mu_O = \sum |r_{i,j}| / 10 = 0,234$ e a correlação mais significativa $r_{i,j}=0,485$ foi obtida entre o objetivo *Bater_adversários* e o objetivo *Bater_parceiro*. Dentre as variáveis da classe *normas*, a média dos valores absolutos das correlações internas do conjunto de 10 combinações de pares ordenados de variáveis $C_N = \{n,m / n \in N, m \in N, N=1..5, n \neq m\}$ foi calculada $\mu_N = \sum |r_{n,m}| / 10 = 0,266$ e a correlação mais significativa $r_{n,m}=0,473$ foi obtida entre a norma *Bater_aluno* e a norma *Motivar_aluno*. As matrizes simétricas de correlações lineares internas da classe *normas* e da classe *objetivos* são apresentadas no Apêndice G.

Esses resultados também são coerentes com a investigação das relações entre as variáveis da classe *normas* e da classe *objetivos* e as demais variáveis do modelo afetivo, embora as correlações tenham sido um pouco mais elevadas do que para a classe *traços de personalidade*, pois enquanto para as variáveis desta última foram empregados os índices totalizados que variaram entre 17 e 50 (Tabela 5.5), no caso das primeiras empregaram-se

diretamente as respostas dos participantes às questões, cuja escala variava de 1 a 5 (*discordo totalmente .. concordo totalmente*).

Relações entre traços de personalidade, normas comportamentais e objetivos do aluno

Passou-se em seguida à busca por relacionamentos lineares entre os índices avaliados de *traços de personalidade* e a adesão avaliada pelos participantes em relação aos *objetivos* durante o jogo. Para essas duas classes de variáveis não foram obtidas correlações importantes. A média das correlações absolutas do conjunto de 20 combinações de pares ordenados de variáveis $C_{TO} = \{t,o / t \in T, o \in O, T=1..4, O=1..5\}$ foi calculada $\mu_{TO} = \sum |r_{t,o}| / 20 = 0,107$ e a correlação mais significativa $r_{t,o}=0,340$ foi obtida entre o traço *Estabilidade Emocional* e o objetivo *Diversao*.

Também não foram encontrados relacionamentos lineares importantes entre os índices avaliados de *traços de personalidade* e a adesão avaliada pelos participantes em relação às *normas* comportamentais. A média das correlações absolutas do conjunto de 20 combinações de pares ordenados de variáveis $C_{TN} = \{t,n / t \in T, n \in N, T=1..4, N=1..5\}$ foi calculada $\mu_{TN} = \sum |r_{t,n}| / 20 = 0,142$ e a correlação mais significativa $r_{t,n}=0,320$ foi obtida entre o traço *Extroversão* e a norma *Motivar_aluno*. As matrizes de correlação linear entre as classes *traços* e *normas* e entre as classes *traços* e *objetivos* são apresentadas no Apêndice G.

Conati; McLaren (2004) relatam também não haver encontrado correlações importantes entre *objetivos* e *traços de personalidade* do aluno em estudo experimental na busca de obter dados para a quantificação das TPCs do modelo afetivo do aluno em um jogo educacional.

Dada a ausência de correlações relevantes entre as variáveis das classes *traços*, *normas* e *objetivos*, recorreu-se ao *Teste Exato de Fisher* (TEF) como técnica que permitisse a descoberta de relações de dependência condicional, também chamadas de relações de contingência. Em sua forma mais simples, o TEF é aplicado com base em uma tabela de contingência 2×2 na qual são dispostas as frequências relativas entre duas variáveis **A** e **B**, cada uma com dois estados discretos mutuamente exclusivos (por exemplo, **A=sim** e **A=não**, **B=sim** e **B=não**), conforme ilustrado na Figura 5.7.

	B=sim	B=não	
A=sim	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
A=não	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c+d</i>
	<i>a+c</i>	<i>b+d</i>	

Figura 5.7: Matriz de contingência 2×2 e totais marginais entre duas variáveis

O TEF calcula a probabilidade p_{valor} ($0 \leq p_{valor} \leq 1$) da obtenção exata das frequências a , b , c e d , dadas todas as combinações possíveis para os totais marginais fixados nas linhas ($a+b$ e $c+d$) e nas colunas ($a+c$ e $b+d$), considerando que seja verdadeira a *Hipótese Nula* de que as variáveis **A** e **B** são condicionalmente **independentes**. Logo, o que se *espera* do TEF é obter um p_{valor} baixo, de maneira que se possa rejeitar a hipótese de independência condicional entre as variáveis sob análise. Note-se que $(a+b+c+d)$ é igual ao número total de casos considerados, $(a+c)$ é o total de casos em que **B=sim**, $(b+d)$ é o total de casos em que **B=não**, a é o total de casos em que **A=sim e B=sim**, e assim sucessivamente.

Esse teste se aplica particularmente a situações em que as células da tabela de contingência possam apresentar valores (frequências relativas) menores que 5 e totais marginais menores que 10, como é o caso neste trabalho de pesquisa. Em tais circunstâncias outros testes estatísticos, por exemplo, o χ^2 (chi-quadrado), costumam falhar no teste da hipótese de dependência condicional entre duas variáveis discretas de densidade de probabilidade. Por outro lado, a eventual presença de frequências relativas de ordem elevada tornaria o TEF difícil de ser tratado computacionalmente, devido ao fato de que o número de tabelas de contingência a serem geradas e calculadas sofre explosão combinatória em função das frequências e porque o TEF se baseia na distribuição hipergeométrica (Equação 5.2), que envolve o cálculo de fatoriais.

$$p = \binom{a+b}{a} \binom{c+d}{c} / \binom{n}{a+c} = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!} \quad (5.2)$$

A fim de construir as tabelas de contingência para basear o cálculo do TEF, tornou-se necessário de antemão aplicar critérios de decisão às variáveis das classes *traços*, *normas* e *objetivos*. Para os traços de personalidade, as médias dos índices avaliados foram empregadas como base nos critérios de decisão, considerando-se o limite inferior e superior no intervalo de confiança de 95%. Dessa forma, todo k -ésimo indivíduo da amostra ($k=1..40$) foi associado a apenas um dos dois estados discretos (**sim** = *tendência à componente positiva do traço*; **não** = *tendência à componente negativa do traço*), de acordo com o índice I_{kT} avaliado em relação ao traço **T** para o indivíduo k , aplicando-se o seguinte critério:

$$\begin{aligned} T_k &:= \mathbf{sim} && \text{se } I_{kT} > (\text{limite superior da média de } T) \\ T_k &:= \mathbf{não} && \text{se } I_{kT} < (\text{limite inferior da média de } T) \end{aligned} \quad (5.3)$$

Aplicado para as variáveis da classe *traços de personalidade*, esse procedimento classificou como *incompletos* cerca de 20% dos casos para os quais o índice obtido estava

dentro do intervalo de confiança de 95% da média. Posteriormente esses casos foram distribuídos aleatoriamente de maneira uniforme entre os estados *sim* e *não* das variáveis em questão da classe *traços de personalidade*.

Quanto aos *objetivos* e às *normas* comportamentais, o processo de mapeamento em dois estados baseou-se diretamente na escala de respostas fornecidas pelos indivíduos com relação a cada *objetivo* e a cada *norma*: 1– *discordo totalmente*; 2– *discordo em parte*; 3– *não concordo nem discordo*; 4– *concordo em parte*; 5– *concordo totalmente*.

Dessa forma, todo *k*-ésimo indivíduo da amostra ($k=1..40$) foi associado apenas com um dos dois estados discretos (*sim* = *apresenta o objetivo*; *não* = *não apresenta o objetivo*), de acordo com a resposta R_{kO} fornecida pelo indivíduo *k* em relação ao objetivo *O*, aplicando-se o seguinte critério:

$$\begin{aligned} O_k &:= \textit{sim} && \text{se } R_{kO} > 3 \\ O_k &:= \textit{não} && \text{se } R_{kO} < 3 \end{aligned} \quad (5.4)$$

Aplicado para os *objetivos* e (com critério equivalente) também para as *normas* comportamentais, esse procedimento classificou como *incompletos* cerca de 17% dos casos para os quais a resposta fornecida havia sido *não concordo nem discordo*. Posteriormente esses casos foram distribuídos aleatoriamente de maneira uniforme entre os estados *sim* e *não* das variáveis em questão, da classe *normas* ou da classe *objetivos*.

Essas etapas de mapeamento dos dados em variáveis binárias foram sucedidas pela contagem das frequências relativas e pela construção das tabelas de contingência 2×2 . Essas quarenta tabelas são apresentadas no Apêndice G, agrupadas em apenas duas tabelas 10×8 , uma para *traços* \times *normas*, outra para *traços* \times *objetivos*.

Em seguida, as tabelas de contingência foram submetidas uma a uma ao TEF na sua versão bicaudal, ou seja, considerando as duas direções da distribuição.

A Tabela 5.7 apresenta as probabilidades p_{valor} , calculadas pelo TEF bicaudal, de se obter uma distribuição *igual ou mais extrema* que aquela expressa pela tabela de contingência equivalente, entre *traços de personalidade* e *objetivos* durante o jogo *Sudoku Colaborativo*, se a *Hipótese Nula* é verdadeira.

Tabela 5.7: Resultados do TEF bicaudal entre *traços de personalidade* e *objetivos* avaliados em 40 participantes

Objetivo \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
<i>Bater_adversários</i>	1,00	0,02	0,19	0,66
<i>Bater_parceiro</i>	0,20	1,00	1,00	0,33
<i>Motivar_parceiro</i>	0,41	0,25	0,23	1,00
<i>Diversão</i>	0,08	1,00	1,00	0,19
<i>Negociar_solução</i>	0,65	1,00	0,35	0,35

A Tabela 5.8 apresenta as probabilidades p_{valor} , calculadas pelo TEF bicaudal, de se obter uma distribuição *igual ou mais extrema* que aquela expressa pela tabela de contingência equivalente, entre *traços de personalidade* e *normas* comportamentais avaliadas no jogo *Sudoku Colaborativo*, se a *Hipótese Nula* é verdadeira.

Tabela 5.8: Resultados do TEF bicaudal entre *traços de personalidade* e *normas* comportamentais avaliados em 40 participantes

Norma \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
<i>Bater_adversários</i>	1,00	0,24	0,22	0,49
<i>Bater_aluno</i>	0,72	0,17	0,47	0,28
<i>Motivar_aluno</i>	0,13	0,29	0,46	0,46
<i>Diversão</i>	0,69	1,00	0,23	1,00
<i>Negociar_solução</i>	0,39	0,11	0,19	1,00

Um $p_{valor} < 0,4$ foi definido *ad hoc* como critério para se manter uma relação qualitativa (arco entre dois nós) e a TPC equivalente, entre um *traço* e uma *norma* e entre um *traço* e um *objetivo* no modelo afetivo do aluno. Essas relações são aquelas referentes aos $p_{valores}$ que se encontram destacados nas Tabelas 5.7 e 5.8. Em trabalho similar, Conati; McLaren (2004) haviam se baseado no TEF e empregado o critério $p_{valor} < 0,4$ para, numa abordagem bayesiana, incluir no modelo afetivo do aluno as relações qualitativas e respectivas TPCs entre *traços de personalidade* e *objetivos* do aluno.

A partir da análise anteriormente apresentada definiu-se o conjunto de relações de dependência condicional entre as variáveis da classe *traços de personalidade*, da classe *normas* comportamentais e da classe *objetivos* do aluno. Esse conjunto de 20 relações binárias (causa \rightarrow efeito) está ilustrado na Figura 5.8. A posição relativa das variáveis é arbitrária, apenas para facilitar a visualização das relações.

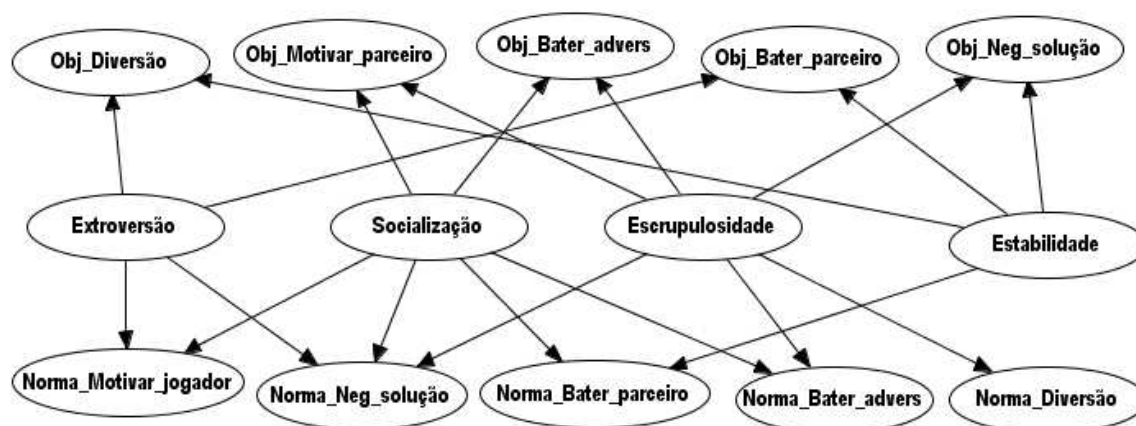


Figura 5.8: Relações condicionais entre traços de personalidade, objetivos e normas comportamentais avaliados em 40 indivíduos

Uma vez determinada a estrutura qualitativa de relações de dependência condicional entre as variáveis, fez-se necessário instanciar a parte quantitativa das TPCs. Esse processo empregou o algoritmo de aprendizagem E-M (ver início da Seção 5.2). Nessa etapa, o algoritmo E-M recebeu como entradas uma seqüência de *casos* e a união dos conjuntos de pares ordenados $\{t, o / t \in T, k \in O\}$ e $\{t, n / t \in T, n \in N\}$ que representam os arcos (causa \rightarrow efeito) do grafo da Figura 5.8, ou seja, a estrutura qualitativa de relações condicionais entre as variáveis sob consideração. E gerou como resultado a parametrização quantitativa das relações indicadas, atribuída à TPC da respectiva variável.

Para as TPCs entre as classes *traços*, *normas* e *objetivos*, o processo de aprendizagem dos parâmetros do modelo foi realizado empregando-se oitenta casos. Primeiramente as TPCs foram parametrizadas a partir do conjunto de quarenta casos (um para cada indivíduo) incluindo-se os dados *incompletos* resultantes da aplicação dos critérios de decisão expressos nas Equações 5.3 e 5.4. Em seguida o modelo foi submetido novamente ao algoritmo E-M, considerando a mesma estrutura qualitativa e o conjunto de quarenta casos com os dados *completados* de maneira aleatória uniforme. Ou seja, na segunda etapa foi empregado especificamente o conjunto de casos cujas freqüências relativas compunham as tabelas de contingência submetidas ao TEF descrito anteriormente. Os dois conjuntos de casos foram considerados de maneira complementar (40+40=80 casos), ou seja, sem reiniciar as TPCs entre as etapas.

As quatorze TPCs referentes às variáveis e relações mostradas na Figura 5.8 são apresentadas no Apêndice H, quatro das quais apresentam apenas as probabilidades marginais (não condicionadas) referentes às freqüências relativas dos traços de personalidade, uma vez que estes não sofrem influência causal das demais variáveis do modelo. Como exemplo, a

Tabela 5.9 apresenta a TPC obtida para a norma comportamental *Diversão*, condicionada pelo traço de personalidade *Escrupulosidade*.

Tabela 5.9: TPC entre o fator *Escrupulosidade* e a norma comportamental *Diversão* avaliados em 40 participantes

Diversão \ Escrupulosidade	<i>Sim</i>	<i>Não</i>
<i>Sim</i>	0,862	0,905
<i>Não</i>	0,138	0,095

Grosso modo, a partir dessa TPC pode-se interpretar que, embora de maneira geral a maioria dos indivíduos da amostra tenha avaliado esperar que seu parceiro jogue para se divertir, a proporção entre os indivíduos que apresentaram essa *norma* e os que não a apresentaram é significativamente menor ($0,862/0,138=6,246$) para aqueles indivíduos com maior tendência a *Escrupulosidade* – teoricamente mais responsáveis e focados em realizações e resultados – se comparada à proporção equivalente ($0,905/0,095=9,526$), referente aos indivíduos da amostra com menor tendência a *Escrupulosidade*. Logo, a proporção de chance (*odds ratio*) dos indivíduos menos escrupulosos apresentarem a referida norma é $9,526/6,246=1,525$ vezes maior do que para os indivíduos mais escrupulosos.

Resultados relativos a emoções de atribuição

Dos dados coletados durante as sessões experimentais, foram tratados um total de 351 registros de auto-relatos afetivos estimulados pelas duas questões (Apêndice C):

- a) *Como você se sente em relação a sua própria forma de jogar?*
- b) *Como você se sente em relação à forma de jogar de seu parceiro?*

Essas questões eram respondidas (a cada três minutos) através de duas escalas de cinco respostas mutuamente exclusivas: *Neste momento, eu me sinto*: 1) *muito mal*; 2) *mal*; 3) *indiferente*; 4) *bem*; 5) *muito bem*. Para completar o relato e retornar à tela de jogo, o indivíduo indicava uma razão ou justificativa para a avaliação dada, empregando para isso uma escala de sete opções mutuamente exclusivas que era ativada apenas nos casos em que a resposta escolhida para a pergunta equivalente **não** tivesse sido a opção “indiferente”.

Dentre as avaliações das próprias interações (questão “a”), 47,9% foram positivas, 16,5% foram negativas e 35,6% revelaram indiferença. Dentre as avaliações em relação às ações do parceiro de jogo (questão “b”), 39,0% foram positivas, 12,0% foram negativas e praticamente a metade (49,0%) indicaram indiferença.

Considerando-se apenas as respostas relativas às próprias interações (questão “a”) em que o indivíduo forneceu uma avaliação negativa (opções 1, 2) **ou** uma avaliação positiva

(opções 4, 5), em 76,1% dos relatos o indivíduo escolheu uma das seis justificativas predefinidas no questionário como razão para sua avaliação. Nos 23,9% de relatos restantes, o indivíduo escolheu a opção aberta “Outro motivo”.

O quadro é semelhante quando se considera apenas as respostas relativas às interações do parceiro de jogo (questão “b”) em que o indivíduo tenha fornecido uma avaliação negativa (opções 1, 2) ou uma avaliação positiva (opções 4, 5). Nesta situação, em 78,8% dos relatos o indivíduo escolheu uma das seis justificativas predefinidas e nos 21,2% de relatos restantes, escolheu a opção aberta “Outro motivo”.

Dentre os relatos que escolheram a opção “Outro motivo”, raras foram as oportunidades em que o indivíduo forneceu alguma razão específica e que não estivesse de fato contemplada pelas justificativas predefinidas. Por exemplo, algumas mensagens abertas registradas em relatos incluíam: “*on avance pas mal*” (nós avançamos bem), “*je commence seulement*” (estou apenas começando), “estamos na frente”, “*mon partenaire est meilleur que moi*” (meu parceiro é melhor que eu), “meu parceiro joga mto mau”, “Traia, nao sabe oq faz”, “muito lento”, “Nao estamos nos entendendo”.

De maneira geral, a distribuição das justificativas escolhidas se mostrou bastante desequilibrada quando considerados **separadamente** os relatos afetivos positivos (opções 4, 5) e os relatos afetivos negativos (opções 1, 2).

A Tabela 5.10 apresenta a distribuição dos percentuais de justificativas escolhidas em relação aos totais de avaliações afetivas **positivas**, para as interações do aluno, comparativamente à distribuição de justificativas para as interações do parceiro.

Tabela 5.10: Distribuição dos percentuais de motivações apresentadas para avaliações positivas das próprias ações e das ações do parceiro

Motivo fornecido	Interações	Próprias (%)	Do parceiro (%)
Justifica proposições		5,5	2,9
Aceita proposições		6,0	13,1
Participa ativamente do jogo		53,0	49,6
Envia mensagens agradáveis		0,6	0,7
Joga melhor que o parceiro		3,0	1,5
Melhora o jogo		13,1	16,1
Outro motivo		19,0	16,1
	Total	100,0	100,0

Pode-se observar nesses dados que a avaliação (*appraisal*) de uma participação ativa durante o jogo foi o aspecto mais importante para avaliar positivamente as interações próprias (53,0%) e do parceiro (49,6%). Dentre as justificativas predefinidas, esse aspecto foi sucedido

pela avaliação de ações que melhoraram o jogo (13,1% e 16,1% respectivamente) e por ações relacionadas à negociação, representadas por proposições justificadas e proposições aceitas (5,5+6,0=11,5% e 2,9+13,1=16,0% respectivamente). Em tempo, as parcelas relativas a justificativas *não predefinidas* (opção “Outro motivo”) não foram negligenciáveis (19,0% e 16,1% respectivamente).

A Tabela 5.11 apresenta a distribuição dos percentuais de justificativas escolhidas em relação aos totais de avaliações afetivas **negativas**, para as interações do aluno comparativamente à distribuição de justificativas para as interações do parceiro. Pode-se observar nesses dados que as parcelas relativas a justificativas *não predefinidas* (opção “Outro motivo”) foram as mais significativas, em 37,9% das avaliações das próprias ações e em 38,1% quando se tratava das ações do parceiro.

Tabela 5.11: Distribuição dos percentuais de motivações apresentadas para avaliações negativas das próprias ações e das ações do parceiro

Motivo fornecido	Interações	Próprias (%)	Do parceiro (%)
Não justifica proposições		8,6	2,4
Não aceita proposições		5,2	7,1
Não participa ativamente do jogo		6,9	21,4
Envia mensagens desagradáveis		1,7	2,4
Joga pior que o parceiro		17,2	4,8
Piora o jogo		22,4	23,8
Outro motivo		37,9	38,1
	Total	100,0	100,0

Esse resultado indica que, quando a avaliação dada à interação era negativa, em quase a metade dos relatos afetivos coletados, ou o indivíduo não sabia identificar a origem dessa desaprovação; ou preferia se *esquivar* a ter que oferecer uma justificativa, mesmo tendo a garantia de que os registros individuais eram sigilosos e não identificados.

Quanto à primeira suposição, segundo Ortony; Clore; Collins (1988), o processamento do *appraisal* se dá de forma inconsciente e se baseia em estruturas representativas do contexto que não necessariamente constam de memórias conscientes. Por vezes, isso faz com que o indivíduo seja capaz de se expressar *sobre* a experiência emocional que teve, embora possa não saber explicar exatamente o *porquê* de uma emoção específica. Quanto à segunda suposição, é possível que esse efeito tenha alguma relação com o fato dos usuários tenderem a antropomorfizar suas interações com software (REEVES; NASS, 1996).

Apenas através dos registros coletados não é possível determinar qual destes fatores estaria presente em cada caso. Contudo, optou-se por **não** acrescentar variáveis *indefinidas* relativas a “Outros motivos” ao modelo afetivo, focando o estudo apenas nos resultados relativos obtidos entre as variáveis associadas com os padrões de interação pré-identificados.

Dentre as justificativas predefinidas para avaliações **negativas** (Tabela 5.11), foram apontadas com maior frequência as que levariam a uma piora no resultado do jogo (22,4% e 23,8% respectivamente). Em seguida, observa-se uma dicotomia entre as colunas da Tabela 5.11. Relativamente às ações do próprio indivíduo pode-se observar, em seqüência decrescente: a escolha da justificativa “Joga pior que o parceiro” (17,2%); seguida de ações negativas ligadas à negociação (8,6+5,2=13,8%); e a não participação ativa no jogo (6,9%). Relativamente às ações do parceiro de jogo pode-se observar, em seqüência decrescente: a não participação ativa no jogo (21,4%); seguida das ações negativas ligadas à negociação (2,4+7,1=9,5%); e a justificativa “Joga pior que o parceiro” (4,8%).

As mensagens diretas predefinidas enviadas pelo indivíduo ou pelo parceiro não foram apresentadas de maneira significativa como justificativa, particularmente nos relatos positivos (0,6% e 0,7% respectivamente). Apresentando uma participação um pouco mais importante, mas ainda bastante pequena, nos relatos negativos (1,7% e 2,4% respectivamente).

Esses resultados são coerentes com o fato de que o mecanismo de mensagens do protótipo *Sudoku Colaborativo* era extremamente restrito, oferecendo apenas doze mensagens predefinidas (Seção 4.3.2) e exigindo que o indivíduo desviasse por alguns segundos a atenção da interface de jogo para acionar a mensagem escolhida em uma janela em separado. Dentre as interações disponíveis (jogadas coordenadas, negociação e comunicação estruturada), as mensagens diretas representaram apenas 1,26% do total registrado experimentalmente. Há uma certa coerência entre os fatos de que, motivados pela competição, os indivíduos permaneciam intensamente concentrados em resolver os desafios, o número de mensagens diretas era mínimo e estas eram raramente apontadas como foco principal de aprovação ou desaprovação das interações, supostamente por apresentarem menor frequência e menor *saliência* na memória dos indivíduos que os demais aspectos envolvidos no jogo.

Isso não significa que mensagens cuja semântica seja de justificativa ou de incentivo não possam estar associadas com uma avaliação afetiva positiva. Tampouco significa que mensagens cuja semântica seja de repreensão ou de impaciência não possam estar associadas com uma avaliação afetiva negativa. Tendo mesmo sido apontadas como justificativa em 2,4% das avaliações negativas atribuídas ao parceiro.

Emoções de atribuição, normas comportamentais e interações relevantes

Segundo o *Modelo OCC*, *emoções de atribuição* se especializam a partir das reações de aprovar ou desaprovar ações atribuídas a agentes, de acordo com a avaliação cognitiva da *plausibilidade* (*praiseworthiness*) dessas ações em relação às *normas* adotadas pelo indivíduo. Esses tipos de emoções são *orgulho* (*proud*), pela aprovação de ações próprias; *vergonha* (*shame*), pela desaprovação de ações próprias; *admiração* (*admiration*), pela aprovação de ações de outros; e *reprovação* (*reproach*), pela desaprovação de ações de outros.

Esses nomes de tipos de emoções são apenas indicativos. E mais ainda quando se tratam de traduções. Por exemplo, em Português, reprovação tem como sinônimos, repreensão, reproche, recriminação e até mesmo censura. Outro exemplo, na linguagem do senso comum, orgulho pode ter sentido positivo ou negativo conforme o contexto. E vergonha às vezes é empregada no sentido de timidez ou recato.

O modelo afetivo construído neste trabalho representa a aprovação ou desaprovação de ações próprias ou de ações do parceiro, no contexto do jogo colaborativo, empregando o pressuposto da avaliação cognitiva e os *rótulos* dos estados resultantes de acordo com o *Modelo OCC*. Portanto, no modelo afetivo do aluno, as emoções de atribuição são condicionadas pelas interações do aluno e do parceiro de jogo e pelas normas comportamentais do aluno.

A Figura 5.9 apresenta as *emoções de atribuição relativas às próprias ações* no contexto do jogo colaborativo, ou seja, especificamente *Orgulho* e *Vergonha* condicionados pelos *padrões de interação do aluno* e por suas *normas* comportamentais. Apresenta também as relações condicionais entre estas normas e os traços de personalidade e entre estes traços e os objetivos do aluno, conforme discutido anteriormente (Figura 5.8).

Ainda na Figura 5.9 nota-se que as relações condicionais entre os objetivos do aluno e seus padrões de interação não foram detalhadas, porque na Figura 5.9 são apresentadas apenas relações que foram refinadas a partir da análise dos dados oriundos de experimentação.

A manutenção ou a extinção da relação entre um determinado padrão de interação do aluno e uma determinada emoção de atribuição foi feita com base nas informações das Tabelas 5.10 e 5.11, que mostram proporções distintas entre os padrões de interação fornecidos em justificativa conforme a avaliação era positiva (indício de orgulho) ou negativa (indício de vergonha).

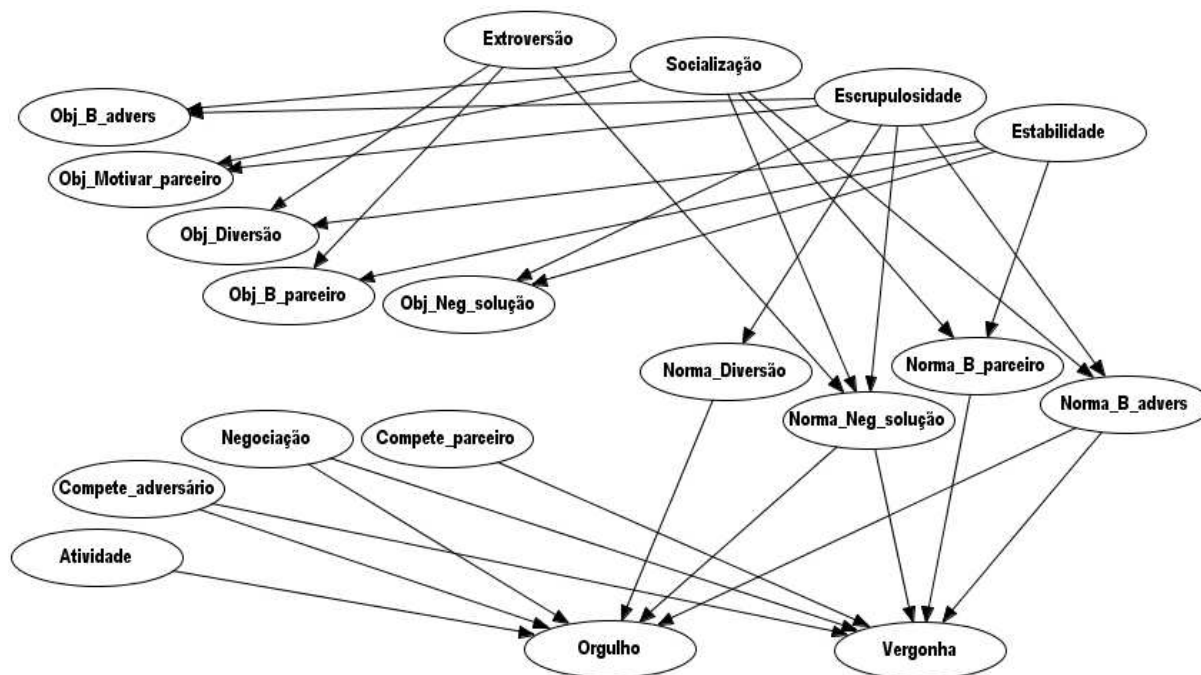


Figura 5.9: Emoções de atribuição condicionadas por normas comportamentais e padrões de interação do próprio indivíduo

Desta forma, a variável *Orgulho* aparece condicionada pelos padrões de interação *Atividade*, *Compete_adversário* e *Negociação*; e pelas normas comportamentais associadas: *Norma_Diversão*, *Norma_Negociar_solução* e *Norma_Bater_adversários*. Foram desconsiderados, dada a pequena recorrência, o padrão de interação *Compete_parceiro* e a norma *Bater_parceiro*.

Por sua vez, a variável *Vergonha* aparece condicionada pelos padrões de interação *Compete_adversário*, *Negociação* e *Compete_parceiro*; e pelas normas *Norma_Bater_adversários*, *Norma_Negociar_solução* e *Norma_Bater_parceiro*. E foram desconsiderados padrão de interação *Atividade* e a norma *Norma_Diversão*.

A norma *Motivar_parceiro* e o padrão de interação *Comunicação* foram eliminados nesta fase da modelagem, uma vez que o mecanismo de troca de mensagens predefinidas não se mostrou eficiente, tendo sido empregado em apenas 1,27% das interações e apontado nos questionários de emoções de atribuição relacionadas às próprias interações em apenas 0,6% dos relatos positivos e 1,7% dos negativos.

As TPCs das variáveis *Orgulho* e *Vergonha* da RB na Figura 5.9 foram parametrizadas através do algoritmo E-M. Nessa etapa, dados os conjuntos de *normas* (N) e de *padrões de interação* do aluno (P_A), o algoritmo recebeu como entradas dois conjuntos de valores:

- uma seqüência de 351 *casos* (ou seja, seqüências de valores *sim* | *não* | *<null>*) capturadas nos experimentos como indícios para as variáveis *Orgulho* e *Vergonha* e

os respectivos *padrões de interação* do aluno fornecidos em justificativa, além das variáveis da classe *normas* comportamentais do aluno); e

- b) o conjunto de pares ordenados $\{k,s / k \in (P_A \cup N), s=Orgulho \vee s=Vergonha\}$, que representam os arcos (causa \rightarrow efeito) do grafo da Figura 5.9, ou seja, a estrutura qualitativa de relações condicionais entre as variáveis sob consideração.

A *aprendizagem* dos parâmetros foi executada em uma primeira etapa com os casos *incompletos* e numa segunda etapa com os casos *completados* de maneira aleatória uniforme, como na geração das tabelas de contingência para o TEF, mas apenas no tocante à classe *normas* comportamentais. As duas etapas foram consideradas de maneira complementar (351+351=702 casos). Como resultado, o algoritmo E-M gerou a parametrização quantitativa das TPCs das variáveis *Orgulho* e *Vergonha* apresentadas no Apêndice H.

Estas emoções têm valências opostas mas foram representadas em variáveis separadas, não são mutuamente exclusivas e suas probabilidades não são complementares, o aluno pode sentir orgulho por uma razão e vergonha por outra. Entretanto, a partir dos dados experimentais o algoritmo E-M aprendeu praticamente uma separação mútua entre determinadas combinações de estados dessas duas variáveis. A Tabela 5.12 mostra esse efeito através das combinações hipotéticas de 100% de evidência para os estados das variáveis *Orgulho* e *Vergonha*, uma evidência combinada **Sim-Sim** ou **Não-Não** é praticamente nula.

Tabela 5.12: Probabilidades de evidências simultâneas de 100% dos estados de Orgulho e Vergonha no modelo afetivo

<i>Orgulho</i> \ <i>Vergonha</i>	Sim	Não
Sim	0,000	0,453
Não	0,524	0,022

A Figura 5.10 apresenta as *emoções de atribuição relativas às ações de outros* no contexto do jogo colaborativo, ou seja, especificamente *Admiração* e *Reprovação* condicionadas pelos *padrões de interação do parceiro* e pelas *normas* comportamentais **do aluno**. As variáveis e relações condicionais das classes *traços* de personalidade e *normas* comportamentais são as *mesmas* (apresentam TPCs idênticas) daquelas apresentadas na Figura 5.9 (emoções *Orgulho* e *Vergonha*). É importante salientar que os *padrões de interação* do parceiro não estão condicionados por outras variáveis nesta RB do modelo afetivo do aluno. Apenas na RB do modelo afetivo do parceiro é que os objetivos deste aparecem condicionados por seus próprios traços de personalidade. Ainda na Figura 5.10, os padrões de interação do próprio aluno foram propositalmente omitidos, pois apareceriam

completamente desconectados na RB, considerada a ausência de validação experimental entre estes padrões e os objetivos do aluno, conforme citado anteriormente.

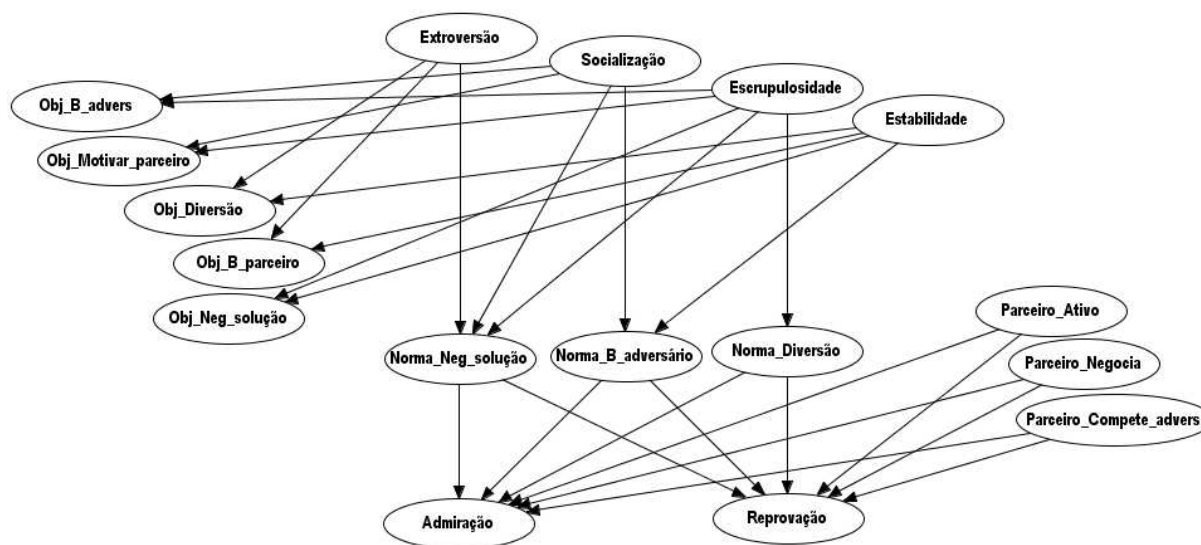


Figura 5.10: Emoções de atribuição condicionadas por normas comportamentais do aluno e padrões de interação do parceiro de jogo

A manutenção ou a extinção da relação entre um determinado padrão de interação do parceiro e uma determinada emoção do aluno foi feita com base nas informações das Tabelas 5.10 e 5.11, que mostram proporções distintas entre os padrões de interação fornecidos em justificativa conforme a avaliação era positiva (indício de admiração) ou negativa (indício de reprovação).

Nessa RB, ambas variáveis *Admiração* e *Reprovação* aparecem condicionadas pelos seguintes padrões de interação (do parceiro): *Parceiro_Ativo*, *Parceiro_Compete_adversários* e *Parceiro_Negocia*; e pelas normas comportamentais associadas: *Norma_Negociar_solução*, *Norma_Bater_adversários* e *Norma_Diversão*. A norma *Motivar_aluno* e o padrão de interação *Parceiro_Comunica* foram eliminados nesta fase do modelo uma vez que o mecanismo não se mostrou eficiente e teve baixa frequência (0,7% e 2,4%) nos questionários de emoções de atribuição relativos às interações do parceiro de jogo.

As normas comportamentais nas Figuras 5.9 e 5.10 são as *mesmas* porque *pertencem* ao mesmo aluno, ou seja, é baseando-se nelas que este deve avaliar as próprias interações e as do parceiro. Para definição de sua adesão ou não às normas, os indivíduos foram questionados sobre comportamentos relacionados a objetivos supostamente atribuídos ao parceiro. Entretanto, o modelo afetivo emprega o mesmo conjunto de normas na avaliação da plausibilidade de interações do aluno e de interações do parceiro. De acordo com a Teoria de Julgamento Social, os indivíduos tendem a distorcer informações recebidas a fim de ajustá-las

às próprias categorias de julgamento (SHERIF et al., 1965). Como esse procedimento funciona de maneira razoavelmente satisfatória na maior parte do tempo, os indivíduos tendem (erradamente) a assumir que outras pessoas tenham o mesmo conhecimento (habilidades, expectativas) que eles têm (NICKERSON, 1999). Portanto, acredita-se que seja razoável a manutenção das mesmas normas na avaliação da plausibilidade das próprias interações e daquelas do parceiro de jogo.

As TPCs das variáveis *Admiração* e *Reprovação* da RB na Figura 5.10 também foram parametrizadas através do algoritmo E-M. Nessa etapa, dados os conjuntos de *normas* (N) e de *padrões de interação* do parceiro (P_P), o algoritmo recebeu como entradas dois conjuntos de valores:

- a) uma seqüência de 351 *casos* (ou seja, seqüências de valores *sim* | *não* | *<null>* capturadas nos experimentos como indícios para as variáveis *Admiração* e *Reprovação* e os respectivos *padrões de interação* fornecidos em justificativa, além das variáveis da classe *normas* comportamentais do aluno); e
- b) o conjunto pares ordenados $\{k,s / k \in (P_P \cup N), s=Admiração \vee s=Reprovação\}$, que representam os arcos (causa \rightarrow efeito) do grafo da Figura 5.10, ou seja, a estrutura qualitativa de relações condicionais entre as variáveis sob consideração.

A *aprendizagem* dos parâmetros foi executada em uma primeira etapa com os casos *incompletos* e numa segunda etapa com os casos *completados* de maneira aleatória uniforme, como na geração das tabelas de contingência para o TEF, mas apenas no tocante à classe *normas*. As duas etapas foram consideradas de maneira complementar (351+351=702 casos). Como resultado, o algoritmo E-M gerou a parametrização quantitativa das TPCs das variáveis *Admiração* e *Reprovação* apresentadas no Apêndice H.

Estas emoções têm valências opostas mas foram representadas em variáveis separadas, não são mutuamente exclusivas e suas probabilidades não são complementares, o aluno pode sentir admiração por uma razão e reprovação por outra. Entretanto, alimentando-se os dados experimentais no algoritmo E-M, não foi possível aprender relações condicionais no caso particular da variável *Admiração* em relação às demais variáveis do modelo.

Com isso, todas as probabilidades em na TPC da variável *Admiração* permaneceram iguais a **0,5**, ou seja, uma distribuição uniforme de probabilidades para dois estados mutuamente exclusivos, podendo-se afirmar neste caso que a RB é *ignorante* no tocante às dependências de *Admiração* em função das demais variáveis. A Tabela 5.13 mostra esse efeito através das combinações hipotéticas de 100% de evidência para os estados das variáveis *Admiração* e *Reprovação*. Pode-se observar que as probabilidades para 100% de evidência

associada a um mesmo estado da variável *Reprovação* não se alteram quando se trata de estados distintos da variável *Admiração*. Isso pode ocorrer quando o volume de casos incompletos é muito grande e o grau de informação restante na Base de Casos não é suficiente para se estabelecerem relações condicionais diferentes do estado de *ignorância*.

Tabela 5.13: Probabilidades de evidências simultâneas de 100% dos estados de Admiração e Reprovação no modelo afetivo

<i>Admiração</i> \ <i>Reprovação</i>	Sim	Não
Sim	0,203	0,203
Não	0,296	0,296

5.3 FUNCIONAMENTO DO MODELO

Seguem-se alguns exemplos para facilitar a compreensão de como o modelo descrito pode ser empregado para inferir a probabilidade de ocorrência de emoções para dois alunos fictícios A e B, em colaboração através do *Sudoku Colaborativo*.

Os índices avaliados para o aluno através do inventário *Big-Five* devem ser convertidos em probabilidades e considerados como evidências de sua personalidade. Essa conversão pode ser do tipo “tudo ou nada” ou proporcional ao índice avaliado.

Em uma conversão do tipo “tudo ou nada”, por exemplo, se o aluno estiver acima da média do traço em seu grupo (norma local), pode-se atribuir ao aluno uma probabilidade 1,0 para evidência do estado **Sim** do traço e 0,0 para o estado **Não**, como ilustrado para o aluno A na Tabela 5.14. Ou vice-versa, se o aluno estiver abaixo da média do traço.

Tabela 5.14: Evidências hipotéticas da personalidade de dois alunos fictícios

Aluno	Estado	<i>Estabilidade</i>	<i>Extroversão</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Socialização</i>
A	Sim	1,0	1,0	1,0	1,0
A	Não	0,0	0,0	0,0	0,0
B	Sim	0,3	0,2	0,1	0,1
B	Não	0,7	0,8	0,9	0,9

Em uma conversão proporcional, por exemplo, pode-se mapear o índice avaliado do aluno no respectivo intervalo da distribuição de frequência do traço em seu grupo (norma local), como ilustrado para o aluno B na Tabela 5.14. Assim, se por exemplo o índice do aluno estiver no primeiro intervalo (mais à esquerda) da distribuição, à evidência do estado **Sim** do traço é atribuído 0,1 e à evidência do estado **Não** é atribuído 0,9. Por oposição, se o índice do aluno estiver no último intervalo (mais à direita) da distribuição, à evidência do estado **Sim** do traço é atribuído 0,9 e à do estado **Não** é atribuído 0,1. Outras variações proporcionais mais precisas também podem ser empregadas.

Essas evidências são alimentadas no modelo como prioritárias, ou seja, as probabilidades das variáveis correspondentes não devem se alterar em função de inferência a partir de outras evidências coletadas dinamicamente durante o uso do jogo pelo aluno, evitando assim ter de lidar com a inconsistência de evidências.

Segundo os parâmetros obtidos através do algoritmo E-M, a *Norma_Bater_Parceiro* tem probabilidades marginais de 0,856 para **Sim** e 0,144 para **Não**. Considerando apenas a dependência desta norma em função apenas do traço *Socialização*, ou seja, sem alterações nas evidências das demais variáveis, se o modelo do aluno A receber uma evidência 1,0 de que ele é **Sim** socializável, a crença de que o aluno A tenha a *Norma_Bater_Parceiro* passa a uma proporção de 0,788 para **Sim** e 0,212 para **Não**. Ao contrário, se o modelo do aluno A receber uma evidência 1,0 de que ele **Não** é socializável, a crença de que o aluno A tenha a *Norma_Bater_Parceiro* passa a uma proporção de 0,921 para **Sim** e 0,079 para **Não**.

Supondo que são conhecidos os traços da personalidade do aluno A, seja este, por exemplo, de perfil extrovertido, socializado, escrupuloso e emocionalmente estável, todos com probabilidade 1,0 para **Sim**, como na Tabela 5.14. Neste caso, se o modelo receber também uma evidência 1,0 de que o aluno **Não** apresenta um padrão de interação de *Negociação*, isto levaria o modelo a inferir uma probabilidade de *Orgulho* de 0,314 para **Sim** (e 0,686 para **Não**).

Por outro lado, se o modelo do mesmo aluno A capturar uma evidência de probabilidade 1,0 que ele apresenta **Sim** um padrão de interação de *Negociação*, isto levaria o modelo a inferir uma probabilidade de *Orgulho* de 0,475 para **Sim** (e 0,525 para **Não**). Isso quer dizer que, para o perfil de personalidade do aluno A, não ter interações caracterizadas como *Negociação* é importante para a inferência de que o aluno não tem *Orgulho* disso. Mas quer dizer também que quando o aluno apresenta interações caracterizadas como *Negociação* o modelo infere probabilidades bastante equilibradas para **Sim** ter e **Não** ter *Orgulho* disso, ou seja, o modelo caracteriza o aluno como mais próximo a um estado de indiferença à situação avaliada.

No mesmo cenário de se levar em consideração o perfil de personalidade do aluno A e o efeito apenas da variável *Negociação*, a influência desta última não se repete para a variável *Vergonha* da mesma forma que a influência demonstrada sobre a variável *Orgulho*. No caso da variável *Vergonha*, as probabilidades obtidas são de 0,525 para **Sim** (e 0,475 para **Não**), indiferentemente se a variável *Negociação* apresenta evidência igual a 1,0 para **Sim** (e 0,0 para **Não**), ou se ao contrário, apresenta evidência igual a 0,0 para **Sim** (e 1,0 para **Não**).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho descreve um processo de investigação resultante na presente tese de doutorado que envolveu a apropriação e inter-relacionamento de conhecimentos principalmente em Ciência da Educação, Ciência Cognitiva e Ciência da Computação.

O processo de estudo permitiu uma aproximação gradativa do pesquisador em direção à sistematização de novos conhecimentos sobre a modelagem afetiva do usuário em ambientes de *Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador*, limitando-se a um escopo operacional de jogo de resolução colaborativa de problemas lógicos entre pares.

Baseando-se em uma abordagem cognitivista, tal processo culminou na construção de um modelo de inferência de *emoções de atribuição*, representadas como reações do aluno ao *appraisal* cognitivo de suas próprias interações e das interações de seu parceiro. Dessa forma, a inferência está baseada na captura do comportamento observável dos parceiros durante o desenrolar do jogo. Essas informações caracterizam uma *situação* (de jogo) do ponto de vista do aluno. As interações são avaliadas conforme sua *plausibilidade* em relação a normas comportamentais do aluno.

Esta investigação envolveu três etapas principais: a) a concepção de um modelo afetivo inspirado teoricamente no *Modelo OCC* de emoções e no *Modelo Big-Five* de traços de personalidade; b) a concepção e condução de experimentos apoiados em um protocolo e nos respectivos construtos computacionais e instrumentos de coleta de dados; c) o tratamento e análise dos dados coletados e o emprego das informações extraídas para um refinamento qualitativo e quantitativo do modelo afetivo do aluno.

O conhecimento sobre as relações entre as variáveis do domínio específico de aplicação – modelo afetivo do aluno em jogo de colaboração – foi representado através de *Redes Bayesianas* (RB), de forma que o aspecto quantitativo das relações foi expresso através de *Tabelas de Probabilidade Condicional* (TPC) entre variáveis discretas binárias de densidade de probabilidade (ver Seção 3.3 e Apêndice H).

A estrutura teórica global do modelo afetivo (Seção 5.1) condiciona:

- a) a probabilidade de ocorrência de objetivos do aluno durante o jogo em função de traços da personalidade do aluno;
- b) a probabilidade de ocorrência de normas comportamentais do aluno em função de traços da personalidade do aluno;
- c) a probabilidade de ocorrência de interações do aluno em função dos objetivos do aluno durante o jogo;

d) a probabilidade de ocorrência de emoções de atribuição do aluno em função de suas normas comportamentais, de suas interações e das interações de seu parceiro de jogo.

Baseando-se na análise de algumas medidas descritivas no âmbito do grupo experimental e no uso de algumas ferramentas de inferência estatística, os resultados de experimentação permitiram a rejeição da *Hipótese Nula* de independência condicional entre alguns pares de variáveis (em relações “condicionante→condicionada”) estudadas através do modelo afetivo. Esse processo foi discutido na Seção 5.2.2 e as relações de dependência condicional que foram extraídas estão representadas em duas RBs, uma para emoções de *Orgulho* e *Vergonha* condicionadas pelas próprias interações (Figura 5.9) e outra para emoções de *Admiração* e *Reprovação* condicionadas pelas interações do parceiro (Figura 5.10).

Alguns resultados da incursão do autor na pesquisa em Computação Afetiva foram publicados na forma de artigos (ver PONTAROLO; BERCHT; VICARI, 2003; PONTAROLO; VICARI; JAQUES, 2007; LEONHARDT; PONTAROLO; JAQUES; PESTY; VICARI, 2008; PONTAROLO; VICARI; JAQUES; PESTY, 2008). O primeiro artigo listado foi publicado ainda anteriormente ao ingresso regular do autor no PGIE/UFRGS, resultado dos primeiros contatos com a temática, através da disciplina “Sistemas Inteligentes com Emoção” (Profa. Rosa Maria Vicari e Profa. Magda Bercht). Embora o último artigo da lista já apresente alguns resultados obtidos a partir da experimentação, é importante ressaltar que os resultados mais significativos e recentes vêm sendo submetidos a eventos e periódicos, ainda sem confirmação de aceite.

6.1 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

A seguir serão abordados alguns aspectos das limitações encontradas no presente trabalho e conseqüentemente algumas perspectivas de trabalhos futuros.

6.1.1 Aspecto multicultural do estudo

Este trabalho empreendeu uma iniciativa de estudar aspectos de emoções de atribuição e suas relações com outros aspectos afetivos e cognitivos dos alunos, por exemplo, traços de personalidade, objetivos e normas comportamentais, em um contexto multicultural. Neste sentido, uma interface do protótipo de jogo colaborativo foi implementada abrangendo sua *internacionalização* para as línguas Português Brasileiro, Inglês Britânico e Francês, inclusive quanto ao mecanismo de troca de mensagens predefinidas. Igualmente foram adaptadas versões, neste caso apenas para a França e para o Brasil, dos instrumentos de coleta (*on-line*)

de dados: inventário *Big-Five* de traços de personalidade (Apêndice A); questionário de objetivos do aluno durante o jogo e de normas comportamentais do aluno (Apêndice B); termo de livre participação nas sessões experimentais da pesquisa (Apêndice F); questionário semi-estruturado de indícios de emoções de atribuição segundo o *Modelo OCC* (Apêndice C).

Entretanto, limitações técnicas e práticas alheias a este trabalho não permitiram a plena realização deste seu intuito. Uma única sessão experimental contando com apenas cinco alunos foi realizada na França, durante estágio de doutorado sanduíche. E igualmente não foi possível realizar sessões conjuntas envolvendo alunos na França e no Brasil.

Com o número reduzido de participantes na França, não foi possível empreender um estudo de caracterização em separado apenas daquele subgrupo. Sem essa estratigrafia em separado, o subgrupo de participantes na França não foi estudado comparativamente ao subgrupo de participantes no Brasil, tendo sido apensado junto com os demais subgrupos (alunos da UNISINOS e alunos da UTFPR), formando um único conglomerado de quarenta adultos jovens estudantes de computação.

Entretanto, essa limitação não inviabiliza eventuais trabalhos futuros com subgrupos multiculturais mais significativos que possam ser investigados visando à identificação de eventuais diferenças e semelhanças intergrupais no tocante às relações abrangidas pelo modelo afetivo investigado através do presente trabalho. Ao contrário, as diferentes versões dos instrumentos ora desenvolvidos habilitam plenamente a realização de eventuais extensões deste trabalho que possam de fato abranger experimentalmente o aspecto multicultural.

6.1.2 Mecanismo de comunicação direta entre alunos

O mecanismo de troca de mensagens implementado no protótipo *Sudoku Colaborativo* não se mostrou eficiente para estabelecer um canal mínimo de comunicação do qual se pudesse extrair indícios relevantes de interações afetivas, o que se pretendia inicialmente analisar em comparação aos objetivos e expectativas de motivação mútua entre os parceiros. Essa ferramenta teve baixa frequência de uso e as mensagens diretas predefinidas não foram apontadas de maneira significativa como primeira opção de justificativa para os relatos afetivos. Embora ainda relativamente pequena, essa frequência mostrou-se um pouco mais significativa (2,4%) apenas nos casos de relatos negativos em relação a avaliações de interações do parceiro de dupla.

Dessa forma, tal mecanismo de troca de mensagens diretas deveria ser eliminado ou substituído por uma alternativa mais coerente com as expectativas dos usuários de jogos e

softwares de comunicação síncrona. Duas alternativas foram sugeridas pelos indivíduos que interagiram através do protótipo *Sudoku Colaborativo*.

A primeira alternativa seria a inclusão de uma funcionalidade de comunicação síncrona através de mensagens de texto (*chat*) cujo acesso fosse disponível de maneira permanente na própria interface de jogo. Essa solução seria compatível com o jogo *Sudoku Colaborativo*, mas não pode ser generalizada. Pode haver determinadas regras de jogo em que os indivíduos estejam de posse de informações ou recursos de maneira que não seja permitido comunicá-las ou transferi-los inadvertidamente ao parceiro, por exemplo, na concepção do jogo *QMC* as peças privadas de cada jogador deveriam permanecer ocultas ao seu parceiro até que sejam dispostas no tabuleiro.

A segunda alternativa sugerida pelos usuários foi a inclusão de um mecanismo de troca de símbolos gráficos, conhecidos popularmente como *smiles* (sorrisos) ou *emoticons* (ícones emocionais). Essa alternativa de troca de *smiles* poderia ser adotada isoladamente ou integrada à primeira (*chat*), como já ocorre em softwares de comunicação síncrona.

Mensagens em texto livre com ou sem *smiles* poderiam fornecer indícios dos estados afetivos intencionalmente manifestados pelo emitente e servir de base para uma análise da (suposta) efetividade de seu emprego na motivação do receptor e da (suposta) influência resultante na avaliação afetiva das interações do emitente, por parte do receptor.

Dada a tendência a antropomorfização apresentada pelas pessoas em suas interações com software (REEVES; NASS, 1996), tendência esta acentuada em relação a agentes conversacionais animados, que por tal razão têm sido incorporados a sistemas computacionais de aprendizagem (ABOU-JAOUD; FRASSON, 1998; ELLIOT et al., 1999; JAQUES, 2004 ; KATSIONIS; VIRVOU, 2004), o conhecimento construído a respeito da efetividade das diferentes categorias de mensagens em formato texto pode vir a ser explorado para um reconhecimento mais preciso dos estados afetivos do aluno e inclusive extrapolado para subsidiar melhorias nas estratégias e táticas de comunicação afetiva destes sistemas com seus usuários.

A simples agregação de suporte à troca de mensagens de texto no jogo colaborativo não representaria uma grande dificuldade técnica e, segundo a avaliação dos próprios usuários, tornaria o jogo mais *atrativo*. Contudo, para os fins deste trabalho de pesquisa, para se ter pleno proveito de tais recursos as mensagens de texto precisariam ser processadas automaticamente para a extração de primitivas (símbolos, palavras, expressões, frases) que revelassem indícios afetivos na comunicação entre os jogadores. Embora não tenha sido objeto de estudo no presente trabalho, essa extensão representa uma perspectiva futura

interessante. No jogo *Sudoku Colaborativo*, além das chamadas mensagens *diretas* de comunicação, essa capacidade habilitaria a obtenção de indícios afetivos a partir das mensagens de justificativas apensadas opcionalmente pelos alunos às interações de negociação.

Há pesquisas em andamento no âmbito do GIA-UFRGS e projeto PRAIA²⁹ que visam suportar o reconhecimento e expressão afetiva através de diálogos em texto. Dificulta essa tarefa o fato de que, embora escrita, a linguagem empregada em mensagens instantâneas síncronas (*chat*) atende a regras próprias e distintas das regras formais da língua escrita, caracterizando um problema em aberto no ramo do Processamento de Língua Natural (PLN).

6.1.3 Questionário de indícios de emoções de atribuição

As opções de justificativas disponíveis no questionário de emoções de atribuição eram mandatórias e mutuamente exclusivas, logo o indivíduo era obrigado a escolher uma e apenas uma dentre as disponíveis. Essa limitação visava que o processo de registro do relato afetivo fosse agilizado e o indivíduo registrasse apenas a razão mais *saliente* naquele momento, segundo sua avaliação subjetiva. Uma variação desse mecanismo, com opções não mutuamente exclusivas, habilitaria o registro de mais de uma justificativa para cada relato afetivo. O que ainda permitiria que o indivíduo escolhesse apenas uma, se assim o desejasse. É possível que essa alteração levasse à extração de relações entre emoções de atribuição e padrões de interação distintas (qualitativa e/ou quantitativamente) daquelas obtidas com o mecanismo original. Por exemplo, pode-se supor que a indicação das mensagens diretas como origem de contentamento ou descontentamento com o parceiro pudessem ter uma frequência mais significativa se os indivíduos tivessem a oportunidade de registrá-las **sem** detrimento das demais opções.

Ainda nesse questionário, alguns sujeitos experimentais sugeriram que poderia ser interessante que no caso de relatos não positivos nem negativos (opção “indiferente”) também fosse possível registrar uma justificativa. Isso ocorreu já em pleno andamento das sessões experimentais e as implicações dessa modificação no processo de modelagem não chegaram a ser analisadas. No modelo afetivo construído, os estados afetivos de indiferença – ausência de emoção alguma – estão implícitos na interpretação da complementaridade dos estados mutuamente exclusivos **Sim** e **Não** das variáveis binárias *Orgulho*, *Vergonha*, *Admiração*, *Reprovação*.

²⁹ PRAIA – *Pedagogical Rational and Affective Intelligent Agents*, projeto de cooperação CAPES-COFECUB entre UFRGS e instituições francesas. Disponível em: http://gia.inf.ufrgs.br/praiaindex.php?title=Main_Page.

6.1.4 Padrões de interação

Dados das interações do aluno e do parceiro foram capturados durante as sessões experimentais. Ao todo, pouco mais de 5500 interações foram registradas na base de dados do *Sudoku Colaborativo*, considerando-se ações coordenadas, negociações e mensagens estruturadas. Paralelamente a estas interações, foram também registrados pouco mais de 8400 *eventos relevantes* acompanhados da valência afetiva de cada interação. Por exemplo, ao aluno executar uma jogada que completava uma subgrade do sudoku, o jogo registrava um evento de valência positiva para esse aluno no tocante à competição com os adversários. As demais categorias de interações registradas seguindo esse princípio foram apresentadas na descrição do jogo colaborativo (Seção 4.3.2), entre elas: *Proposta de negociação*, *Resposta de negociação*, *Inatividade*, *Mensagem*, *Competição intradupla* e *Competição entre duplas*.

Seqüências dessas interações podem ser caracterizadas como *padrões de interação* do aluno e do parceiro, sempre do ponto de vista do aluno a quem o modelo se refere. Segundo a estrutura do modelo afetivo (Seção 5.1), as variáveis da classe *padrões de interação* do aluno são condicionadas pelas variáveis da classe *objetivos* do aluno.

Contudo, os dados coletados referentes a interações dos indivíduos não foram processados e analisados em suas relações de dependência dos dados coletados referentes aos objetivos dos indivíduos, portanto, as relações binárias entre variáveis dessas classes não foram apresentadas no modelo afetivo (Figuras 5.9 e 5.10). Essa análise deverá ser efetuada futuramente, guiando-se o processo de caracterização de padrões de interação pela análise das seqüências de dados de interação ocorrida entre os parceiros, em relação às justificativas (interações relevantes) apontadas nos relatos de emoções de atribuição coletados na mesma seqüência temporal.

A partir dessa caracterização será possível agregar ao jogo colaborativo um mecanismo capaz de definir com maior precisão os padrões de interação do aluno (e do parceiro) a partir de seqüências temporais de interações e alimentar dinamicamente essas interações no modelo afetivo.

6.1.5 Novas experimentações de parametrização

A realização de novos experimentos seguindo-se o mesmo protocolo utilizado na parametrização inicial do modelo (ver Seção 5.2.1) poderia constituir uma Base de Casos mais ampla. Por se tratar de um modelo baseado em RB, pode-se agregar maior precisão às relações definidas, de forma complementar e gradativa, empregando-se o algoritmo E-M sem a necessidade de descartar as relações ora extraídas.

No caso da variável *Admiração*, os dados ora coletados e analisados resultaram numa distribuição uniforme de probabilidade em sua TPC, o que equivale a um estado de *ignorância* da RB para as dependências de *Admiração* em função das demais variáveis do modelo. Neste caso, torna-se compulsória a realização futura de novos experimentos visando à parametrização da variável *Admiração*.

6.1.6 Precisão do modelo

A partir da caracterização dos padrões de interação se tornará efetivamente possível agregar ao jogo colaborativo uma instância do modelo afetivo para cada usuário. Uma instância do modelo afetivo é atualmente composta pelas duas RBs apresentadas na Seção 5.2.2 (Figuras 5.9 e 5.10). As RBs poderão ser alimentadas de maneira dinâmica, ou seja, durante a colaboração, com evidências capturadas do comportamento observável de cada indivíduo, representado pelo seu padrão de interação ao longo do tempo.

Dessa forma, o modelo se tornará capaz de inferir dinamicamente as probabilidades de emoções de atribuição e essa capacidade diagnóstica poderá ser agregada a um ambiente de jogo de resolução colaborativa de problemas, subsidiando o processo de tomada de decisão e ajuste de estratégias e táticas para responder mais adequadamente aos estados afetivos dos alunos, no que tange a emoções de atribuição.

Considerando-se a metodologia de representação através de RBs e os experimentos realizados, não se pode afirmar que tenha sido alcançado ou não um nível de validade estatística ou uma capacidade significativa de generalização do modelo, haja vista a baixa representatividade do grupo experimental. Técnicas quantitativas foram empregadas como meio para reforçar a crença na pertinência das variáveis e na pertinência da estrutura qualitativa do modelo, bem como para uma quantificação inicial das relações de influência (TPCs) entre as variáveis representadas.

Entretanto, para que o modelo afetivo atualmente construído possa ser apensado com maior robustez e confiança a um ambiente de jogo colaborativo, antes disso faz-se necessária a realização de um processo mais minucioso de validação, ajustando-se os parâmetros do modelo em função da precisão dos resultados obtidos. Por exemplo, essa validação permitirá definir critérios de decisão mais precisos, expressos por limiares de probabilidade, para que o modelo caracterize a ocorrência *de fato* de uma emoção de atribuição.

Esse trabalho futuro de validação da precisão do modelo deve se basear na condução de novas sessões experimentais, empregando-se os mesmos instrumentos de coleta de dados e uma pequena variação do protocolo utilizado na parametrização do modelo (ver Seção 5.2.1).

Ao invés de apresentar o questionário de levantamento de indícios de emoções de atribuição a cada 3 minutos, propõe-se que este poderia ser apresentado ao aluno a cada 7 minutos e também toda vez que o modelo inferir uma emoção de atribuição, baseando-se inicialmente em um limiar *ad hoc* de 95% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABOU-JAOUDE, S.; FRASSON, C. Emotion Computing in Competitive Learning Environments. In: PEDAGOGICAL AGENTS, INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 4., 1998, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio, 1998. p. 33-39.
- ALLEN, J. **Natural language understanding**. Redwood City, CA: The Benjamin Cummings Publishing Company, 1995.
- AMORY, A. et al. The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and elements. **British Journal of Educational Technology**, v. 30, n. 4, p. 311-321, 1999.
- ANDRADE, A. et al. Uma Proposta de Modelo Computacional de Aprendizagem à Distância Baseada na Concepção Sócio-Interacionista de Vygotsky. In: WORKSHOP DE AMBIENTES DE APRENDIZAGEM BASEADOS EM AGENTES; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 11., 2000, Maceió, Brazil. **Anais...** Maceió: UFAL, 2000.
- ANDRADE, A.; BRNA, P.; VICCARI, R.M. A Diagnostic Agent based on ZPD approach to improve Group Learning. In: ITS2002 - WORKSHOP ON INDIVIDUAL AND GROUP MODELLING METHODS THAT HELP LEARNERS UNDERSTAND THEMSELVES, 2002. **Papers...** [S. l.: s. n.], 2002.
- ARNOLD, M.B. **Emotion and Personality**. New York: Columbia Univ. Press, 1960.
- _____. **Memory and the Brain**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1984. 532p.
- ASHBY, F.G.; ISEN, A.M.; TURKEN, U. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition, **Psychological Review**, v. 106, n. 3, p. 529-550, 1999.
- AZEVEDO, M. **Psicologia, psicologia educacional e psicologia do desenvolvimento**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1992. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/mazevedo/materiais/IntroducaoEpistemologica.pdf>> Acesso em: 15 jul. 2006.
- BAARS, B.J. **A Cognitive Theory of Consciousness**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 424p.
- _____. **In the theater of consciousness**. New York: Oxford University Press, 1997. 210p.
- BARAB, S. et al. **Making Learning Fun: Quest Atlantis, A Game Without Guns**. ETR&D, v. 53, n. 1, p. 86-107, 2005.
- BASTIEN, J.M.; SCAPIN, D.L. Evaluating a user interface with ergonomic criteria. **International Journal of Human-Computer Interaction**. v. 7, n. 2, Abril 1995, p. 105-121.

BECTA – British Educational Communications and Technology Agency. **Computer Games in Education project**. 2001. Disponível em:

<http://www.becta.org.uk/page_documents/research/cge> Acesso em: 20 ago. 2006.

_____. **What is the educational value of computer and video games?**. 2002. Disponível em: <<http://schools.becta.org.uk/index.php?section=tl&rid=1804>> Acesso em: 20 ago. 2006.

BEN-PORATH, Y.S. Cross-cultural assessment of personality: The case for replicatory factor analysis. In: BUTCHER, J.N.; SPIELBERG, C.D. (Eds.). **Advances in Personality Assessment**. v. 8, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1990. p. 27-48.

BERCHT, M. **Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas**. 2001. 152 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BOWER, G.H. How might emotions affect learning?. In: CHRISTIANSON, S.A. (Ed.). **The handbook of emotion and memory: Research and theory**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1992. p. 3-31.

BRATMAN, M. What is Intention. In: COHEN, P.; MORGAN, J.; POLLACK, M. (Eds.). **Intentions in Communication**. [S.l.]: MIT Press, 1989.

BROWN, J.S.; BURTON, R.R. Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills, **Cognitive Science**, v. 2, p. 155-191, 1978.

BUTTON, G. et al. **Computadores, Mentes e Conduta**. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: UNESP, 1998.

CALKINS, M.W. A reconciliation between structural and functional psychology. **Psychological Review**, v. 13, p. 61-81, 1906.

CANNON, W.B. The James-Lange theory of emotion: A critical examination and an alternative theory. **American Journal of Psychology**, v. 39, p. 106-124, 1927.

CARVER, C.S.; SCHEIER, M.F. Origins and functions of positive and negative affect: A control process view. **Psychological Review**, v. 97, n. 1, p. 19-35, 1990.

_____. Affect and the functional bases of behavior: On the dimensional structure of affective experience. **Personality and Social Psychology Review**, v. 5, p. 345-356, 2001.

CATTELL, R.B.; CATTELL, H.E.P. Personality Structure and the New Fifth Edition of the 16PF. **Educational and Psychological Measurement**, v. 55, n. 6, p. 926-937, 1995.

CHARNIAK, E.; GOLDMAN, R.P. A Bayesian Model of Plan Recognition. **Artificial Intelligence**, v. 64, n. 1, November 1993, p. 53-79.

CHIN, D.N. KNOVE: Modeling What the User Knows in UC. In: KOBSA, A.; WAHLSTER, W. (Eds.). **User Models in Dialog Systems**. Berlin: Springer-Verlag, p. 74-107, 1989.

CHOMSKY, N. Three models of language. **IRE Transactions in Information Theory**, v. 2, n. 3, p. 113-124, 1956.

_____. A Review of B. F. Skinner's Verbal Behavior. **Language**, v. 35, n. 1, p. 26-58, 1959.

_____. Linguistic Contributions to the Study of Mind (Future). In: CHOMSKY, N. **Language and Mind**. New York: Harcourt, 1968.

CHURCHLAND, Paul. **Matter and Consciousness**. Cambridge: MIT Press, 1984.

CLONINGER, C.R.; SVRAKIC, D.M.; PRZYBECK, T.R. A Psychobiological model of temperament and character. **Archives of Genetics and Psychiatry**. v. 50, p. 975-90, 1993.

CLORE, G.L.; STORBECK, J. Affect as information about liking, efficacy, and importance. In: FORGAS, J.P. (Ed.). **Hearts and Minds: Affective influences on social cognition and behaviour**. New York: Psychology Press, 2005.

CONATI, C. Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games. **Journal of Applied Artificial Intelligence**, special issue on "Merging Cognition and Affect in HCI", v. 16, n. 7-8, p. 555-575, 2002.

_____; MACLAREN, H. Evaluating A Probabilistic Model of Student Affect. INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS. 7., 2004, Maceió, Brasil. **Proceedings...** Heidelberg: Springer-Verlag, 2004. p. 55-66.

_____; VANLEHN, K. POLA: A Student Modeling Framework for Probabilistic On-line Assessment of Problem Solving Performance. INTERNATIONAL CONFERENCE ON USER MODELING, 5., Kailua-Kona, HI. 1996. **Proceedings...** 1996.

_____; ZHOU, X. Modeling Students' Emotions from Cognitive Appraisal in Educational Games. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS. 6., 2002, Biarritz, France. **Proceedings...** Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. p. 944-954.

COHN; J.F. et al. Automated face analysis by feature point tracking has high concurrent validity with manual FACS coding. **Psychophysiology**, v. 36, p. 35-43, 1999.

CORBETT, A.T.; ANDERSON, J.R. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 4, n. 4, p. 253-278, December 1994.

COSTA, E.; GASPAR, G.; COELHO, H. A formal approach to ILES: a first tentative. In: NATO ADVANCED WORKSHOP ON STUDENT MODELING, 1992, Montreal, Canada. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1992.

COSTA, P.T., Jr.; McCRAE, R.R. **Revised Neo-Personality Inventory (NEO-PI-R) and Neo Five-Factor Inventory (NEO-FFI) Professional Manual**. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, 1992.

CRAWFORD, C. **The art of computer game design**. Electronic edition. Vancouver: Washington State University, 1997. 90p. Disponível em: <<http://www.erasmatazz.com/free/AoCGD.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2006.

DAMÁSIO, A.R. **O erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 330p.

_____. et al. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions, **Nature Neuroscience**, v. 3, p. 1049-1056, 2000.

DARWIN, C. **On the origin of species by means of natural selection**. London: John Murray, 1859.

_____. **The expression of the emotions in man and animals**. London: John Murray, 1872.

_____. **The descent of man and selection in relation to sex**. 2nd ed. London: John Murray, 1882.

DAVIDSON, D. A mente material. Trad. Richard T. Simanke. In: TEIXEIRA, J.F. (Org.). **Cérebros, máquinas e consciência: uma introdução à filosofia da mente**. São Carlos: EDUFSCar, 1996. 165p. p. 95-117.

DEL SOLDATO, T.; DU BOULAY, B. Implementation of Motivational Tactics in Tutoring Systems. **Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 337-378, 1995.

DEMPSEY, J.V. et al. Instructional applications of computer games. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 8–12 April 1996, New York. **Proceedings...** ERIC Document Reproduction Service. Disponível em: <<http://eric.ed.gov>> Acesso em: 30 jul. 2006.

_____. Forty simple computer games and what they could mean to educators. **Simulation and Gaming**, v. 33, n. 2, p. 157-168, 2002.

DENNETT, D. Re-introducing the concept of mind. In: RYLE, G. **The concept of mind**. Chicago: Penguin Classics, 2000. p. viii-xix.

DENNETT, D.; KINSBOURNE, M. Time and the observer: The where and when of consciousness in the brain. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 15, p. 183-247, 1992.

DE ROSIS, F. et al. Modeling the user knowledge by belief networks. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 2, 1992. p. 367-388.

DERRYBERRY, D.; TUCKER, D.M. Motivating the focus of attention. In: NIEDENTHAL, P.M.; KITAYAMA, S. (Eds.). **The heart's eye: Emotional influences in perception and attention**. San Diego, CA: Academic Press, 1994. p. 167-196.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. Apresentação e comentários de Denis Huiman. Trad. Elza Moreira Marcelina. 2.ed. Brasília: Editora UnB, 1998. 110p.

D'ESPOSITO, M. et al. The neural basis of the central executive system of working memory. **Nature**, v. 378, p. 279-281, nov. 1995.

DE VICENTE, A.; PAIN, H. Motivation Diagnosis in Intelligent Tutoring Systems. In: INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 4., San Antonio, 1998. **Proceedings...** Berlin: Springer, 1998. p. 86-95. (Lecture Notes in Computer Science, 1452).

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning?. In: _____. (Ed.). **Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches**. Amsterdam: Elsevier Science/Pergamon, 1999. p. 1-19.

_____.; SELF, J.A. PEOPLE POWER: A human-computer collaborative learning system. In: FRASSON, C.; GAUTHIER, G.; McCALLA, G.I. (Eds.). INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS. **Proceedings...** Berlin: Springer, 1992. p. 651-660.

DREYFUS, H.L. **What computers can't do**. Cambridge: MIT Press, 1972.

_____. **What computers still can't do: A critique of artificial reason**. Cambridge: MIT Press, 1992.

EKMAN, P. **Darwin and facial expression: a century of research in review**. New York: Academic Press, 1973.

_____. An Argument for Basic Emotions. **Cognition and Emotion**, v. 6, n. 3-4, p. 169-200. Hove, UK: Lawrence Erlbaum, 1992.

_____. Basic Emotions. In: DALGLEISH, T.; POWER, T. (Eds.). **The Handbook of Cognition and Emotion**. Sussex, UK: J. Wiley & Sons, 1999. p. 45-60.

_____.; FRIESEN, W.V. **Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues**. Reprint ed. Cambridge: Malor Books, 2003.

ELLIOT, C. **The Affective Reasoner: A Process Model of Emotions in a Multi-Agent System**. Ph.D. Thesis, Institute for The Learning Sciences, Northwestern University, 1992.

_____.; RICKEL, J.; LESTER, J.C. Integrating affective computing into animated tutoring agents. In: IJCAI WORKSHOP ON ANIMATED INTERFACE AGENTS: MAKING THEM INTELLIGENT, 1997, Nagoya, Japan. **Proceedings...** Nagoya, 1997. p. 113-121.

_____. et al. Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis. In: WOOLDRIDGE, M.; VELOSO, M. (Eds.). **Artificial Intelligence Today**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 195-212.

ESTRADA C.; ISEN, A.M.; YOUNG, M.J. Positive affect influences on creative problem solving reported source of practice satisfaction in physicians, **Motivation and Emotion**, v. 18, p. 285-299, 1994.

EWEN, R.B. **Personality: A topical approach**. Mahweh, NJ: Erlbaum. 1998.

FABRICATORE, C. Learning and videogames: An unexploited synergy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR EDUCATIONAL COMMUNICATIONS AND TECHNOLOGY, 2000, Denver, Colorado. **Proceedings...** Farmington Hills: Learning Development Institute, 2000.

FLORES-MENDOZA, C.; COLOM, R. (Eds.). **Introdução à Psicologia das Diferenças Individuais**. Porto Alegre: ArtMed, 2006. 456p.

FODOR, J. **The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology**. Cambridge: MIT Press, 2000.

FORGAS, J.P. (Ed.). **Hearts and Minds: Affective influences on social cognition and behaviour**. New York: Psychology Press, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 41.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 213p.

FRIDJA, N.H. Emotion, cognitive structure, and action tendency. **Cognition and Emotion**, v. 1, p. 115-143, 1987.

GADOTTI, M. O paradigma do oprimido. In: PEDAGOGY & THEATRE OF THE OPPRESSED INT. CONF., 11., May 29-31, 2005, Los Angeles. **Proceedings...** Los Angeles: Center for Theatre of the Oppressed and Paulo Freire Institute, 2002.

GIRAFFA, L.M.M.; VICCARI, R.M.; SELF, J. Multiagent based pedagogical games. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 4., 1998, San Antonio, US. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 607.

GOLDBERG, L.R. From ace to zombie: Some explorations in the language of personality. In: SPIELBERGER, C.D.; BUTCHER, J.N. (Eds.), **Advances in personality assessment**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, v. 1, p. 203-234, 1982.

_____. An alternative "description of personality": The Big-Five factor structure. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 59, p. 1216-1229, 1990.

_____. The development of markers for the Big-Five factor structure. **Psychological Assessment**, v. 4, p. 26-42, 1992.

_____. The structure of phenotypic personality traits. **American Psychologist**, v. 48, p. 26-34, 1993.

_____. A broad-bandwidth, public domain, personality inventory measuring the lower-level facets of several five-factor models. In: MERVIELDE, I. et al. (Eds.), **Personality Psychology in Europe**, v. 7, Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press, 1999, p. 7-28.

_____. et al. The International Personality Item Pool and the future of public-domain personality measures. **Journal of Research in Personality**, v. 40, p. 84-96, 2006.

GOLEMAN, D. **Emotional Intelligence**. New York: Bantam Books, 1995.

GOMES, A.S.; FURTADO, A.W.B.; SANTOS, A.L.M. Especificando um Modelo de Time para o Desenvolvimento Colaborativo de Jogos Educativos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 14., Rio de Janeiro, 2003. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2003.

GRAESSER, A.C. et al. Intelligent tutoring systems with conversational dialogue. **AI Magazine**, n. 22, p. 39-51, 2001.

GRAHAM, G. Behaviorism. In: ZALTA, E.N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Fall 2005 Edition. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/behaviorism/>> Acesso em: 11 ago. 2006.

GRAY, J.A. Brain systems that mediate both emotion and cognition, **Cognition and Emotion**, v. 4, p. 269-288, 1990.

GROSS, J.J. The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. **Review of General Psychology**, Educational Publishing Foundation, v. 2, n. 3, p. 271-299, 1998.

HARRÉ, H.R. (Ed.). **The Social Construction of Emotions**. Oxford: Blackwell, 1986.

HASELTON, M.G.; BUSS, D.M. Biases in social judgment: Design flaws or design features? In: FORGAS, J.P.; WILLIAMS, K.; von HIPPEL, B. (Eds.). **Responding to the social world: Implicit and explicit processes in social judgments and decisions**. New York: Cambridge University Press, 2003. p. 23-43.

HAWKES, L.W.; DERRY, S.J.; RUNDENSTEINER, E.A. Individualized Tutoring Using Intelligent Fuzzy Temporal Relational Database. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 33, 1990. p. 409-429.

HENRION, M.; BREEZE, J.; HORVITZ, E. Decision Analysis and Expert Systems. **AI Magazine**. 1991.

HERZOG, C. Fuzzy techniques for understanding student solutions in intelligent tutoring systems. In: GUNZENHAUSER, R.; MOUS, C.; ROSNER, D. (Eds.). **INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 2.**, Ulm, Germany, 1994. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1994.

HOEL, P.G. **Estatística elementar**. Trad. Carlos R. V. Araújo. São Paulo: Atlas, 1979.

HOLT, P. et al. The state of student modelling. In: GREER, J.E.; McCALLA, G.I. (Eds.). **Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction**. NATO ASI Series F, Berlin: Springer-Verlag, 1994. p. 3-35.

HUTZ, C.S. et al. O desenvolvimento de marcadores para a avaliação da personalidade no modelo dos cinco grandes fatores. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 11, n. 2, Porto Alegre, 1998.

IPIP. **International Personality Item Pool: A Scientific Collaboratory for the Development of Advanced Measures of Personality Traits and Other Individual Differences**. Disponível em: <http://ipip.ori.org/> Acesso em: 05 dez. 2006.

IZARD, C.E. Emotion-cognition relationships and human development. In: IZARD, C.; KAGAN, J.; ZAJONC, R.B. (Eds.). **Emotions, cognition, and behavior**. New York: Cambridge University Press, 1984. p. 17-37.

_____. Four Systems for Emotion Activation: Cognitive and Noncognitive Processes. **Psychological Review**, v. 100, n. 1, p. 68-90, 1993.

_____. Emotional Intelligence or Adaptive Emotions?. **Emotion**, American Psychological Association, v. 1, n. 3, p. 249–257, 2001.

JAMES, W. What's an emotion, **Mind**, v. 9, p. 188-205, 1884.

_____. **The Principles of Psychology**. Nova Iorque: Holdt, 1890.

_____. The Chicago School. **Psychological Bulletin**, v. 1, p. 1-5, 1904. In: GREEN, C.D., Toronto: York University, jan. 2002.

JAMESON, A. Numerical Uncertainty Management in User and Student Modeling: An Overview of Systems and Issues. **User Modeling and User-Adaptive Interaction**. Special Issue on Numerical Uncertainty Management in User and Student Modeling, v. 5, n. 3, 1996. p.193-251.

JAQUES, P.A. **Using an Animated Pedagogical Agent to Interact Affectively with the Student**. 2004. 228 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

JENSEN, F.V. **Bayesian networks and decision graphs**. New York: Springer, 2001. 268p.

JOHN, O.P.; SRIVASTAVA, S. The Big-Five Trait Taxonomy: History, Measurement, and Theoretical Perspectives. In: PERVIN, L.A.; JOHN, O.P. (Eds.), **Handbook of Personality Theory and Research**, v. 2, p. 102-138. New York: Guilford Press, 1999.

JONIDES, J. et al. Spatial working memory in humans as revealed by PET. **Nature**, v. 363, p. 623-625, June 1993.

JUNG, C.G. **Tipos Psicológicos**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.

KAPOOR, A.; PICARD, R.W. Real-time, fully automatic upper facial feature tracking. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATIC FACE AND GESTURE RECOGNITION, 5., Washington DC, May 2002. **Proceedings...**

KATSIONIS, G.; VIRVOU, M. A cognitive theory for affective user modelling in a virtual reality educational game. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 17., Oct. 2004, The Hague, Netherlands. **Proceedings...** Piscataway, NJ: IEEE, 2004, p. 1209- 1213.

KORT, B.; REILLY, R.; PICARD, R.W. An Affective Model of Interplay Between Emotions and Learning: Reengineering Educational Pedagogy – Building a Learning Companion. In: OKAMOTO, T. et al. (Eds.). **Advanced Learning Technology: Issues, Achievements and Challenges**, Los Alamitos, US: IEEE Computer Society, 2001.

KOVÁCS, Z. **O Cérebro e a sua mente**: uma introdução à neurociência computacional. São Paulo: Edição Acadêmica, 1997. 214p.

LADI. **Laboratório de Avaliação das Diferenças Individuais**. UFMG. Disponível em: <http://www.fafich.ufmg.br/~ladi/index.htm> Acesso em: 26 fev. 2007.

LANG, P.J. et al. Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. **Psychophysiology**, v. 30, n. 3, p. 261-273, 1993.

LANGLEY, P.; OHLSSON, S. Automated cognitive modeling, NATIONAL CONFERENCE ON AI, 2., Austin, 1984. **Proceedings...** Austin, 1984.

LARA, D. R. et al. Toward an integrative model of the spectrum of mood, behavioral and personality disorders based on fear and anger traits: I. Clinical Implications. **Journal of Affective Disorders**, v. 94, n. 1-3, p. 67-87, 2006.

LAURITZEN, S.L. The EM algorithm for graphical association models with missing data. **Computational Statistics & Data Analysis**, v. 19, p. 191-201, 1995.

LAZARUS, R.S. **Emotion and Adaptation**. New York: Oxford U. Press, 1991.

_____. From Psychological Stress to the Emotions: A History of Changing Outlooks. **Annual Review of Psychology**, v. 44, p. 1-21, 1993.

LAZARUS, R.S.; ALFERT, E. The short-circuiting of threat by experimentally altering cognitive appraisal. **Journal of Abnormal and Social Psych.**, v. 69, p. 195-205, 1964.

LEONHARDT, M.D.; PONTAROLO, E.; JAQUES, P.A.; PESTY, S.; VICARI, R.M. Towards an Affective Embodied Conversational Agent for Collaborative Educational Environments. In: 8th International Conference on the Design of Cooperative Systems, 2008, Carry-le-Rouet. **Proceedings of Affective Aspects of Cooperative Interactions Workshop**, 2008. p. 7-14.

LeDOUX, J. **O cérebro emocional**: os misteriosos alicerces da vida emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 332p.

LEWIS, M.D. Self-organising cognitive appraisals. **Cognition and Emotion**, v. 10, p. 1-25, 1996.

_____. Bridging emotion theory and neurobiology through dynamic systems modeling. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge, v. 28, p. 169-194, 2005.

LEWIS, R. Metaheuristics can solve sudoku puzzles. **Journal of Heuristics**, v. 13, n. 4, p. 387-401, 2007.

McCRAE, R.R.; SUTIN, A.R. New Frontiers for the Five-Factor Model: A Preview of the Literature. **Social and Personality Psychology Compass**. Journal Compilation, v. 1, v. 1, Blackwell Publishing Ltd, 2007, p. 423-440.

MANNINEN, T. Towards Communicative, Collaborative and Constructive Multiplayer Games. In: MÄYRÄ, F. (Ed.). **COMPUTER GAMES AND DIGITAL CULTURES CONFERENCE**, June 7-8, 2002, Tampere, Finland. **Proceedings...** Tampere: Tampere University Press, 2002. p. 155-169.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006. 289p.

MARTIN, J.; VANLEHN, K. Student assessment using Bayesian nets. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 42, p. 575-591, 1995.

MARTINHO, C.; MACHADO, I.; PAIVA, A. A Cognitive Approach to Affective User Modeling. In: PAIVA, A. (Ed.). **Affective Interactions** - Towards a New Generation of Computer Interfaces. Berlin: Springer, 2000. p. 64-75. (Lecture Notes in Computer Science, 1814).

MATSUBARA, Y.; NAGAMACHI, M. Motivation systems and motivation models for intelligent tutoring. In: FRASSON, C. (Ed.). **INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS**, 3., Montreal, 1996. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1996. p. 139-147.

MATURANA, H.R. **Cognição, Ciência e Vida Cotidiana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

_____.; VARELA, F.J. **De máquinas e seres vivos**: autopoiese - a organização do vivo. Trad. Juan A. Llorens. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

_____.; _____. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. 2.ed. São Paulo: Palas Athena, 2002. 288p.

McCARTHY, J.; HAYES, P.J. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In: MICHIE, D.; MELTZER, B. (Eds.). **Machine Intelligence**, Edinburgh University Press, Edinburgh, GB, v. 4, p. 463-502, 1969.

McCAULEY, L.; FRANKLIN, S. An architecture for emotion. In: **AAAI FALL SYMPOSIUM EMOTIONAL AND INTELLIGENT: The Tangled Knot of Cognition**, 1998, Menlo Park, CA. **Proceedings...** Menlo Park, CA: AAAI Press, 1998. p. 122-128.

McCRAE, R.R.; TERRACCIANO, A. Universal features of personality traits from the observer's perspective: data from 50 cultures. **Journal of personality and social psychology**, v. 88, n. 3, p. 547-561, 2005.

McCULLOCH, W.S.; PITTS, W. A logical calculus and the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v. 5, p. 115-133, 1943.

MINSKY, M. **A sociedade da mente**. Trad. Wilma Ronald de Carvalho, Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

_____.; PAPERT, S. **Perceptrons**: An Introduction to Computational Geometry. Cambridge: MIT Press, 1969.

MISLEVY, R.J.; GITOMER, D.H. The Role of Probability-Based Inference in an Intelligent Tutoring System. **User Modeling and User-Adaptive Interaction**. Special Issue on Numerical Uncertainty Management in User and Student Modeling, v. 5, n. 3-4, p. 253-282. 1996.

MITCHELL, A.; SAVILL-SMITH, C. **The use of computer and video games for learning: A review of the literature**. London: Learning and Skills Development Agency, 2004. 84p.

MITROVIC, A.; DJORDJEVIC-KAJAN, S.; STOIMENOV, L. INSTRUCT: Modeling students by asking questions, **User modeling and user-adaptive interaction**, v. 6, n. 4, p. 273-302, 1996.

MÓRA, M. et al. BDI models and systems: reducing the gap. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON AGENTS THEORIES, ARCHITECTURES, AND LANGUAGES, 5., 1998, Paris, França. Intelligent Agents V: **Proceedings...** Paris: Computer Science Laboratory/University Pierre et Marie Curie, 1998. p. 153-167.

MORIN, E. **O método 3: a consciência da consciência**. Trad. Juremir M. da Silva. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 1999. 288p.

NAGEL, T. O Fisicalismo. Trad. José Antônio Finocchio. In: TEIXEIRA, J.F. (Org.). **Cérebros, máquinas e consciência: uma introdução à filosofia da mente**. São Carlos: EDUFSCar, 1996. 165p. p. 119-141.

NICKERSON, R.S. How we know – and sometimes misjudge – what others know, **Psychological Bulletin**, v. 125, n. 6, p. 737-759, November 1999.

NORMAN, W.T. Toward an adequate taxonomy of personality attributes: Replicated factor structure in peer nomination personality ratings. **Journal of Abnormal and Social Psychology**, v. 66, p. 574-583, 1963.

ORTONY, A.; CLORE, G.L.; COLLINS, A. **The cognitive structure of emotions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 207p.

OCHSNER, K.N.; GROSS, J.J. The cognitive control of emotion. **TRENDS in Cognitive Sciences**, Amsterdam: Elsevier, v. 9, n. 5, p. 242-249, May 2005.

PAIVA, A.; SELF, J.; HARTLEY, R. On the dynamics of learner models. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1994, Amsterdam, The Netherlands. **Proceedings...** John Wiley and Sons, 1994. p. 163-167.

PANKSEPP, J. Gray Zones at the Emotion/Cognition Interface: A Commentary. **Cognition and Emotion**, [S.l.], v. 4, p. 289-302, 1990.

_____. The Basics of Basic Emotion. In: EKMAN, P.; DAVIDSON, R. (Eds.). **The Nature of Emotion**. Oxford: Oxford University Press, 1994. p. 20-24.

PEARL, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems**. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1988.

_____. **Probabilistic reasoning in AI systems**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1993.

_____. **Causality: Models, Reasoning, and Inference**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000.

PENROSE, R. **A Mente Nova do Rei: Computadores, Mentes e as Leis da Física**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PERVIN, L.A. **Personalidade: teoria e pesquisa**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 492p.

PICARD, R. **Affective Computing**. Cambridge: MIT Press, 1997. 262p.

_____.; SCHEIRER, J. The Galvactivator: a glove that senses and communicates skin conductivity. INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 9., New Orleans, August 2001. **Proceedings...**

_____. et al. Affective learning – a manifesto. **BT Technology Journal**, v. 22, n. 4, p. 1-17, October 2004.

PLACE, U.T. Thirty Years On – Is Consciousness Still a Brain Process?. **Australasian Journal of Philosophy**, v. 66, n. 2, 1988.

PONTAROLO, E.; BERCHT, M.; VICARI, R.M. Diferentes Abordagens de Computação Afetiva em Sistemas Multiagentes e Sistemas Tutores Inteligentes. **Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 21-37, 2003.

PONTAROLO, E.; VICARI, R.M.; JAQUES, P.A. Uma breve retrospectiva para compreender a abordagem cognitiva das emoções: revisão de literatura. **Informática na Educação**, v. 10, n. 1, p. 87-99, 2007.

PONTAROLO, E.; VICARI, R.M.; JAQUES, P.A.; PESTY, S. An Affective Model Suitable to Infer the Student's Emotions in a Collaborative Learning Game. **Technology Enhanced Learning Conference**. Hanoi, Vietnam, 4-6 Dec. 2008. National Taiwan University of Science and Technology.

PRADA, R.; OTERO, N.; PAIVA, A. The user in the group. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTER ENTERTAINMENT TECHNOLOGY, Salzburg, 2007. **Proceedings...** New York: ACM SIGCHI. 2007. p. 25–32.

PRADA, R.; PAIVA, A. Intelligent virtual agents in collaborative scenarios. In: PANAYIOTOPOULOS, T.; GRATCH, J.; AYLETT, R.; BALLIN, D.; OLIVIER, P.; RIST, T. (Eds.). **Lecture Notes in Computer Science**, London: Springer-Verlag, 2005. p. 317–328.

PUENTE, F.R. A Kátharsis em Platão e Aristóteles. **Revista Eletrônica Ousia: Estudos em Aristóteles**, Rio de Janeiro, RJ, [2005?]. Disponível em: <http://www.ifcs.ufrj.br/~fsantoro/ousia/artigo_rey.pdf> Acesso em: 24 jul. 2006.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

_____. The motivation of game play: The real twenty-first century learning revolution. **On the Horizon**, v. 10, n. 1, p. 5–11, 2002.

PUTNAM, H. Minds and Machines. In: HOOK, S. (Org.). **Dimensions of mind**. London: Collier-MacMillan, 1960.

RAGNEMALM, E.L. Collaborative Dialogue with a Learning Companion as a Source of Information on Student Reasoning. In: FRASSON, C. (Ed.). **INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS. 3.**, Montreal, 1996. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1996. p. 650-658.

REEVES, B.; NASS, C. **The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places.** Center for the Study of Language and Information. New York: Cambridge University Press, 1996. 317p.

RICH, E. User modeling via stereotypes. **Cognitive Science**, v. 3, 1979. p. 329-354.

ROSHELLE, J.; TEASLEY, S. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'MALLEY, C. (Ed.). **Computer-supported collaborative learning**. Berlin: Springer Verlag, 1995. p. 69-197.

ROSEMAN, I.J. Appraisal determinants of the emotions: Constructing a more accurate and comprehensive theory. **Cognition and Emotion**, v. 10, n. 3, p. 241-277, 1996.

RUSSELL, J.A.; LEWICKA, M.; NIIT, T. A cross cultural study of a circumplex model of affect, **Journal of personality and social psychology**, American Psychological Association, Washington, v. 57, n. 5, p. 848-856, 1989.

SCHACHTER, S.; SINGER, J. Cognitive, Social and Physiological Determinants of Emotional State, **Psychological Review**, v. 69, p. 379-399, 1962.

SCHERER, K.R. Speech and emotional states. In: DARBY, J.K. (Ed.). **Speech evaluation in psychiatry**. Grune and Stratton Inc., 1981.

_____. Emotion as a process: Function, origin and regulation, **Social Science Information**, v. 21, p. 555-570, 1982.

_____. **Toward a Dynamic Theory of Emotion: The Component Process Model of Affective States.** University of Geneva, Geneva, Switzerland: Geneva Studies in Emotion, 1987.

_____. Studying the emotion-antecedent appraisal process: An expert system approach. **Cognition and Emotion**, v. 3, p. 325-355, 1993.

_____. Psychological models of emotion. In: BOROD, J. (Ed.). **The neuropsychology of emotion**. Oxford/New York: Oxford University Press, 2000. p. 137-162

SEARLE, J.R. **The Construction of Social Reality**. New York: Free Press, 1995.

_____. Mentas, cérebros e programas. Trad. Cléa Regina de O. Ribeiro. In: TEIXEIRA, J.F. (Org.). **Cérebros, máquinas e consciência: uma introdução à filosofia da mente**. São Carlos: EDUFSCar, 1996. 165p. p. 61-94.

_____. Consciousness. **Annual Review of Neuroscience**, v. 23, p. 557-578, 2000. Review.

SHERIF, C.; SHERIF, M.; NEBERGALL, R. **Attitude and attitude change**. Saunders, 1965.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; SCHRAMM, F.R. Platão e a medicina. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 11, n. 3, p. 619-634, set./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v11n3/04.pdf>> Acesso em: 25 jul. 2006.

SKINNER, B.F. The origins of cognitive thought, **American Psychologist**, [S.l.], v. 44, p. 13-18, 1989.

SLEEMAN, D.H. Inferring (mal) rules from pupils' protocols, EUROPEAN CONFERENCE ON AI, Orsay, 1982. **Proceedings...** Orsay, 1982.

SMITH, L.; MANN, S. A model for gameness in interactive game based learning. In: MANN, S. (Ed.). NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON COMPUTING QUALIFICATIONS ANNUAL CONFERENCE, 15., July 2002, Hamilton, New Zealand. **Proceedings...** [S.l.]: NACCQ, 2002, p. 397-402.

SPIRITES, P.; GLYMOUR, C.; SCHEINES, R. **Causation, Prediction, and Search**. MIT Press, Adaptive Computation and Machine Learning, 2nd ed., 2000.

STECK, H. **Constrained-Based Structural Learning in Bayesian Networks Using Finite Data Sets**, PhD Thesis, Institut für der Informatik der Technischen Universität München, 2001.

TEASDALE, J.D. Emotional processing, three modes of mind and the prevention of relapse in depression. **Behavior Research and Therapy**, v. 37, sup. 1, p. 53-77, 1999.

TEIXEIRA, J. de F. **Cérebros, máquinas e consciência: uma introdução à filosofia da mente**. São Carlos: EDUFSCar, 1996. 165p.

_____. **Mente, cérebro e cognição**. Petrópolis, Vozes, 2000. 197p.

THAGARD, P. Cognitive Science. In: ZALTA, E.N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Fall 2004 Edition. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science>> Acesso em: 12 ago. 2006.

TURING, A.M. Computing machinery and intelligence, **Mind**, v. LIX, n. 236, p. 433-460, October, 1950.

VanLIESHOUT, C.F.M. Lifespan personality development: Self-organising goal-oriented agents and developmental outcome. **International Journal of Behavioral Development**, v. 24, n. 3, p. 276-288, 2000.

VARELA, F.J. **Conhecer, as ciências cognitivas, tendências e perspectivas**. Trad. Maria Teresa Guerreiro. Lisboa: Instituto Piaget, 1994. 100p.

VASCONCELLOS, M.J.E. de **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. 5.ed. Campinas, SP: Papirus, 2002. 268p.

VASSILEVA, J. A classification and synthesis of student modeling techniques in intelligent computer-assisted instruction. In: NORRIE, D.H.; SIX, H.W. (Eds.). **Computer Assisted Learning**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p. 202-213. (Lecture Notes in Computer Science, 438).

VELÁSQUEZ, J.D. Modeling Emotions and Other Motivations in Synthetic Agents. In: NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 14., 1997, Menlo Park, CA. **Proceedings...** Menlo Park, CA: AAAI Press, 1997.

VICCARI, R.M. **Tutor Prolog - idealização, projecto e desenvolvimento**. 1990. Tese (Doutorado em Engenharia Electrotécnica e Computadores) – Universidade de Coimbra, Portugal, 1990.

_____; OLIVEIRA, F.M. Sistemas Tutores Inteligentes. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 12., 1992. **Anais...** JAI/SBC, 1992.

_____; GIRAFFA, L.M.M. Sistemas Tutores Inteligentes: abordagem tradicional x abordagem de agentes. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 13., 1996, Curitiba, Brazil. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1996.

VIGNAUX, G. **As ciências cognitivas**: uma introdução. Trad. Maria Manuela Guimarães. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

VIRVOU, M. et al. Evaluation of a Virtual Reality Game for Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION, 2002, Samos, Greece. **Proceedings...** 2002. p. 97-102.

_____. et al. VR-ENGAGE: A Virtual Reality Educational Game that Incorporates Intelligence. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 2002, Kazan, Russia. **Proceedings...** IEEE, 2002.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 135p.

_____. The Teaching About Emotions: Historical-Psychological Studies. In: RIEBER, R.W. **The Collected Works of L. S. Vygotsky**. v. 6. New York: Kluwer Academic Plenum, 1999. p. 71-235.

WAGER, T.D. et al. Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging, **NeuroImage**, Elsevier, Amsterdam, v. 19, p. 513-531, 2003. Disponível em: <<http://www.elsevier.com>> Acesso em: 25 jul. 2006.

WIENER, N. **Cybernetics**: Or, Control and Communication in the Animal and in the Machine. Cambridge: MIT Press, 1948.

WUNDT, W. General Theories of Psychology. In: _____. **Outlines of Psychology**. Leipzig: Wilhelm Engelmann, 1897.

ZHOU, X.; CONATI, C. Inferring user goals from personality and behavior in a causal model of user affect. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT USER INTERFACES. 2003, Miami, FL, **Proceedings...** Miami, FL, 2003. p. 211-218.

ZOHAR, D. **O ser quântico**: uma visão revolucionária da natureza humana e da consciência, baseada na nova física. Trad. Maria A. van Acker. São Paulo: Nova Cultural, 1990. 305p.

APÊNDICE A – INVENTÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE TRAÇOS DE PERSONALIDADE

A seguir é apresentada uma lista de 50 frases assertivas, aplicada na coleta de indícios sobre traços da personalidade dos alunos. O modelo proposto foi adaptado a partir do questionário de auto-avaliação sugerido pela IPIP (2006) para os 50 marcadores dos *Cinco Grandes Fatores da Personalidade – Big-Five* (GOLDBERG, 1990, 1992, 1999).

Cada uma das afirmações equivalentes no instrumento original está relacionada com os marcadores de:

- 1) ***Extroversão*** (*extroversion*);
- 2) ***Socialização*** (*agreeableness*);
- 3) ***Escrupulosidade*** (*conscientiousness*);
- 4) ***Estabilidade Emocional*** (*emotional stability*);
- 5) ***Abertura para Experiência*** (*openness*).

No inventário modelo (ver abaixo), a coluna mais à direita apenas indica o traço de personalidade (1, 2, 3, 4 ou 5) correlacionado com cada asserção e o tipo da correlação (positiva ou negativa), esta coluna não faz parte da versão a ser aplicada. A escala de respostas está indicada apenas para a Questão 01.

Seja em forma de auto-avaliação (*self rater*) ou avaliação “em terceira pessoa” (*observer rater*)³⁰, a resposta a cada questão/afirmação deve ser marcada numa escala do tipo Likert, composta das cinco possibilidades mutuamente exclusivas a seguir:

- a) ***discordo totalmente*** (*very inaccurate*);
- b) ***discordo em parte*** (*moderately inaccurate*);
- c) ***não concordo nem discordo*** (*neither inaccurate nor accurate*);
- d) ***concordo em parte*** (*moderately accurate*);
- e) ***concordo totalmente*** (*very accurate*).

³⁰ As frases apresentadas no inventário modelo estão em primeira pessoa, sendo adequadas apenas para auto-avaliação (*self rater*). O uso de frases em terceira pessoa é mais adequado para “avaliação por terceiro” (*observer rater*), embora neste caso também possa servir para auto-avaliação.

Inventário modelo sobre traços de personalidade

A seguir você encontrará uma série de frases que descrevem diversos comportamentos das pessoas. Por favor, avalie cada um dos itens seguintes em relação a você mesmo, selecionando a opção que melhor corresponder a sua resposta na escala à direita de cada frase.

Pense em você atualmente, não importa como você era no passado nem como você gostaria de ser no futuro.

Responda como você se vê em comparação a outras pessoas do mesmo sexo e que têm aproximadamente a mesma idade que você. Responda rapidamente sem buscar compreender o sentido exato das questões.

Por favor, assegure-se de ter respondido a todas as questões.

01	Eu sou a alma da festa.	○	○	○	○	○	(1+)
		discordo totalmente	discordo em parte	não concordo nem discordo, não faz diferença para mim	concordo em parte	concordo totalmente	
02	Eu sinto pouco interesse pelos outros.						(2-)
03	Eu estou sempre pronta(o).						(3+)
04	Eu me estresso facilmente.						(4-)
05	Eu tenho um vocabulário rico.						(5+)
06	Eu não falo muito.						(1-)
07	Eu desejo saber mais sobre as pessoas.						(2+)
08	Eu largo minhas coisas em qualquer lugar.						(3-)
09	Eu me sinto descontraído(a), leve, solto(a) a maior parte do tempo.						(4+)
10	Eu tenho dificuldade para entender idéias abstratas.						(5-)
11	Eu me sinto confortável quando junto das pessoas.						(1+)
12	Eu insulto os outros.						(2-)
13	Eu presto atenção aos detalhes.						(3+)
14	Eu me aborreço com as coisas.						(4-)
15	Eu tenho uma imaginação viva.						(5+)
16	Eu não costumo me expor muito.						(1-)
17	Eu sou solidária(o) aos sentimentos dos outros.						(2+)
18	Eu faço uma bagunça das minhas coisas.						(3-)
19	Raramente eu me sinto triste.						(4+)
20	Eu não me interesso por idéias abstratas.						(5-)
21	Eu inicio conversas.						(1+)
22	Eu não me interesso pelos problemas dos outros.						(2-)
23	Eu cumpro minhas tarefas imediatamente.						(3+)
24	Eu me sinto facilmente incomodado(a).						(4-)
25	Eu tenho idéias excelentes.						(5+)
26	Eu tenho pouco a dizer.						(1-)
27	Eu tenho um coração mole.						(2+)
28	Freqüentemente eu me esqueço de devolver as coisas aos seus devidos lugares.						(3-)
29	Eu me aborreço facilmente.						(4-)
30	Eu não tenho uma boa imaginação.						(5-)
31	Eu converso com várias pessoas em festas ou outras reuniões sociais.						(1+)
32	Eu não estou realmente interessada(o) nos outros.						(2-)
33	Eu gosto de ordem, de organização.						(3+)
34	Eu tenho variações intensas de humor.						(4-)

35	Eu entendo as coisas rapidamente.	(5+)
36	Eu não gosto de chamar atenção.	(1-)
37	Eu dedico tempo aos outros.	(2+)
38	Eu não cumpro com minhas obrigações.	(3-)
39	Eu tenho mudanças freqüentes de humor.	(4-)
40	Eu faço uso de palavras difíceis ou incomuns.	(5+)
41	Eu não me sinto incomodado(a) de ser o centro das atenções.	(1+)
42	Eu sou sensível às emoções das outras pessoas.	(2+)
43	Eu sigo uma agenda, uma rotina de tarefas.	(3+)
44	Eu me irrito facilmente.	(4-)
45	Eu passo meu tempo refletindo sobre as coisas.	(5+)
46	Eu fico em silêncio quando perto de estranhos.	(1-)
47	Eu faço as outras pessoas se sentirem à vontade.	(2+)
48	Eu sou exigente e procuro a perfeição nas tarefas.	(3+)
49	Freqüentemente eu me sinto triste.	(4-)
50	Eu sou uma pessoa cheia de idéias.	(5+)

A “coleta *on-line*” de dados sobre traços de personalidade foi realizada através do *Inventário Modelo* das versões em língua portuguesa e francesa, disponibilizadas na Internet³¹. Foram avaliados apenas quatro traços de personalidade (*Extroversão*, *Socialização*, *Escrupulosidade* e *Estabilidade Emocional*), por isso, os inventários empregados apresentavam apenas quarenta questões. Nos experimentos com alunos brasileiros foi empregada a versão em Português Brasileiro, conforme o *Inventário Modelo* apresentado anteriormente. Para os alunos francófonos, partindo-se de uma versão inicialmente produzida e testada no Canadá, por Kerri Gibson, da University of New Brunswick, foi empregada uma versão adaptada para o contexto da França, sob supervisão da professora Sylvie Pesty durante estágio de doutorado (sanduíche) no INP Grenoble.

A seguir é apresentada a versão em Inglês sugerida pela IPIP (2006) e a versão em Francês adaptada e empregada com alunos francófonos. São apresentadas apenas as questões, obedecendo à mesma seqüência das questões equivalentes no *Inventário Modelo* apresentado anteriormente.

³¹ Versões disponíveis em: <http://gia.inf.ufrgs.br/collab/aces>

45	Spend time reflecting on things.	(5+)
46	Am quiet around strangers.	(1-)
47	Make people feel at ease.	(2+)
48	Am exacting in my work.	(3+)
49	Often feel blue.	(4-)
50	Am full of ideas.	(5+)

Inventário Modelo – versão francófona

01	Je suis un bout-en train.	(1+)
	○ ○ ○ ○ ○	
	Tout à fait en désaccord	En désaccord
	Neutre / indifférent(e)	En accord
		Tout à fait en accord
02	Je ressens peu d'intérêt envers les autres.	(2-)
03	Je suis toujours prêt(e).	(3+)
04	Je me stress facilement.	(4-)
05	J'ai un vocabulaire riche.	(5+)
06	Je ne parle pas beaucoup.	(1-)
07	Je suis intéressé(e) par les autres.	(2+)
08	Je laisse mes affaires traîner.	(3-)
09	Je suis détendu(e) la plupart du temps.	(4+)
10	J'ai de la difficulté à comprendre les idées abstraites.	(5-)
11	Je me sens à l'aise entouré(e) de personnes.	(1+)
12	J'insulte les autres.	(2-)
13	Je porte attention aux détails.	(3+)
14	Je m'inquiète des choses.	(4-)
15	J'ai une vive imagination.	(5+)
16	Je me tiens à l'écart.	(1-)
17	Je compatis avec les sentiments des autres.	(2+)
18	Je mets la pagaille.	(3-)
19	Je me sens rarement triste.	(4+)
20	Je ne suis pas intéressé aux idées abstraites.	(5-)
21	Je commence des conversations.	(1+)
22	Je ne porte pas d'intérêt aux problèmes des autres.	(2-)
23	Je fais les tâches ménagères tout de suite.	(3+)
24	Je suis facilement dérangé(e).	(4-)
25	J'ai d'excellentes idées.	(5+)
26	J'ai peu à dire.	(1-)
27	J'ai un coeur tendre.	(2+)
28	J'oublie souvent de remettre les choses à leur place.	(3-)
29	Je me fâche facilement.	(4-)
30	Je n'ai pas une bonne imagination.	(5-)
31	Je parle à beaucoup de personnes lors de soirées.	(1+)
32	Je ne porte pas vraiment d'intérêt aux autres	(2-)
33	J'aime l'ordre.	(3+)
34	J'ai une humeur changeante.	(4-)
35	Je suis rapide à comprendre les choses.	(5+)
36	Je n'aime pas attirer l'attention.	(1-)
37	Je prends du temps aux autres.	(2+)
38	J'évite mes obligations	(3-)
39	J'ai de fréquentes sautes d'humeur.	(4-)
40	J'utilise des mots difficiles.	(5+)
41	Je ne m'ennuie pas d'être le centre d'attention.	(1+)
42	Je ressens les émotions des autres.	(2+)
43	Je suis un agenda.	(3+)
44	Je me sens facilement irritable.	(4-)

- | | | |
|----|--|------|
| 45 | Je prends le temps de réfléchir aux choses. | (5+) |
| 46 | Je suis silencieux/silencieuse avec des personnes inconnues. | (1-) |
| 47 | Je fais les autres se sentirent à l'aise. | (2+) |
| 48 | Je suis exigeant(e) dans mon travail. | (3+) |
| 49 | Je me sens triste fréquemment. | (4-) |
| 50 | Je déborde d'idées. | (5+) |

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE OBJETIVOS E NORMAS

A seguir é apresentado um modelo de questionário empregado durante as sessões experimentais de jogo para coleta de dados a respeito de:

- a) **objetivos:** *metas que o aluno acredita ter perseguido ou não durante o jogo;*
- b) **normas:** *as normas comportamentais do aluno, representadas pelas suas expectativas em termos de quais objetivos o colega deveria ou não perseguir.*

Esse questionário foi disponibilizado através da Internet³² e respondido pelos sujeitos experimentais logo após as sessões de jogo. Os participantes respondiam a cada item indicando seu *grau de adesão* a cada um dos objetivos ou padrões sobre uma escala Likert de cinco opções mutuamente exclusivas, *discordo totalmente, discordo em parte, não concordo nem discordo, concordo em parte e concordo totalmente*, não mostradas no inventário modelo abaixo, além de uma opção em texto livre para contemplar o registro de eventuais outros objetivos ou expectativas. A versão equivalente em Francês apresentava igualmente uma escala Likert de cinco opções mutuamente exclusivas, *Tout à fait en désaccord, En désaccord, Neutre / indiffèrent(e), En accord, Tout à fait en accord*, também não mostradas no inventário modelo abaixo, e apresentava igualmente uma opção em texto livre.

Inventário modelo para objetivos e normas comportamentais do aluno

A lista abaixo apresenta alguns objetivos de pessoas que jogam Sudoku Colaborativo. Por gentileza, avalie seus próprios objetivos relativos ao jogo que você participou, selecionando a opção correspondente na escala à direita de cada item.

- Objetivo 1. Jogar melhor que meus adversários.
 - Objetivo 2. Jogar melhor que meu parceiro de jogo.
 - Objetivo 3. Manter meu parceiro motivado para resolver os problemas propostos.
 - Objetivo 4. Jogar para me divertir.
 - Objetivo 5. Construir uma solução negociada.
 - Outro objetivo, por gentileza indique: _____
-

Pense um pouco sobre suas expectativas.

Ao jogar Sudoku Colaborativo você espera ou deseja que seu parceiro de jogo ...

- Expectativa 1. Que seu parceiro buscasse jogar melhor que seus adversários.
 - Expectativa 2. Que seu parceiro buscasse jogar melhor que você.
 - Expectativa 3. Que seu parceiro buscasse manter você com motivação para resolver os problemas propostos.
 - Expectativa 4. Que seu parceiro jogasse para se divertir.
 - Expectativa 5. Que seu parceiro buscasse construir uma solução negociada.
 - Outra expectativa, por gentileza, indique: _____
-

³² Questionários disponíveis em: <http://gia.inf.ufrgs.br/collab/buts>

Inventário Modelo de Objetivos e Normas – versão francófona

La liste ci-dessous présente quelques buts des personnes en jouant au Sudoku Collaboratif. S.V.P., évaluez vos propres buts concernant le jeu, en choisissant l'option correspondant sur l'échelle à droite de chaque item.

But 1. Jouer mieux que mes adversaires.

But 2. Jouer mieux que mon partenaire.

But 3. Maintenir mon partenaire motivé pour résoudre les problèmes proposés.

But 4. M'amuser.

But 5. Trouver une solution plutôt négociée.

Autre but, S.V.P. indiquez-le: _____

S.V.P., réfléchissez au sujet de vos attentes.

Est-ce que vous attendez ou souhaitez que votre partenaire aie les buts...

Expectative 1. de jouer mieux que vos adversaires.

Expectative 2. de jouer mieux que vous.

Expectative 3. de vous maintenir motivé pour résoudre les problèmes proposés.

Expectative 4. de s'amuser.

Expectative 5. de trouver une solution plutôt négociée.

Autre expectation, S.V.P. indiquez-la: _____

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE EMOÇÕES DE ATRIBUIÇÃO

As Figuras C.1 apresenta o modelo de questionário empregado durante as sessões experimentais de jogo para coleta de indícios sobre as emoções de atribuição do aluno em relação as suas próprias ações no jogo e em relação às ações de seu parceiro no jogo.

Esse questionário foi incorporado à interface do jogo na versão adaptada para as sessões experimentais, em que era apresentado como uma janela *pop-up* modal e de resposta compulsória a cada três minutos durante as partidas. A parte superior da janela (em azul) se refere à questão “*Como você se sente em relação a sua própria forma de jogar?*”, enquanto que a parte inferior da janela (em vermelho) se refere à questão “*Como você se sente em relação à forma de jogar de seu parceiro?*”. Em cada questão, a coluna da esquerda apresenta um conjunto de seis justificativas predefinidas, em opções mutuamente exclusivas, associadas com as respostas de valência *negativa*, além de uma caixa de texto para respostas abertas, visando capturar justificativas não previstas. E a coluna da direita apresenta também seis justificativas predefinidas mutuamente exclusivas, associadas com respostas de valência *positiva* e uma caixa de texto para respostas abertas.

Sudoku Colaborativo

**** Como você se sente em relação a SUA PRÓPRIA FORMA DE JOGAR ? ****

Neste momento, eu me sinto:

muito mal mal indiferente bem muito bem

Isso porque ...

<input type="radio"/> Você não justifica suas proposições	<input type="radio"/> Você justifica suas proposições
<input type="radio"/> Você não aceita as proposições de seu parceiro	<input type="radio"/> Você aceita as proposições de seu parceiro
<input type="radio"/> Você não participa ativamente do jogo	<input type="radio"/> Você participa ativamente do jogo
<input type="radio"/> Você envia mensagens desagradáveis	<input type="radio"/> Você envia mensagens agradáveis
<input type="radio"/> Você joga pior que seu parceiro	<input type="radio"/> Você joga melhor que seu parceiro
<input type="radio"/> Você piora o jogo	<input type="radio"/> Você melhora o jogo
<input checked="" type="radio"/> Outro motivo, por favor indique-o abaixo	<input checked="" type="radio"/> Outro motivo, por favor indique-o abaixo

**** Como você se sente em relação a FORMA DE JOGAR DE SEU PARCEIRO ? ****

Neste momento, eu me sinto:

muito mal mal indiferente bem muito bem

Isso porque ...

<input type="radio"/> Seu parceiro não justifica as proposições	<input type="radio"/> Seu parceiro justifica as proposições
<input type="radio"/> Seu parceiro não aceita as suas proposições	<input type="radio"/> Seu parceiro aceita as suas proposições
<input type="radio"/> Seu parceiro não participa ativamente do jogo	<input type="radio"/> Seu parceiro participa ativamente do jogo
<input type="radio"/> Seu parceiro envia mensagens desagradáveis	<input type="radio"/> Seu parceiro envia mensagens agradáveis
<input type="radio"/> Seu parceiro joga melhor que você	<input type="radio"/> Seu parceiro joga pior que você
<input type="radio"/> Seu parceiro piora o jogo	<input type="radio"/> Seu parceiro melhora o jogo
<input checked="" type="radio"/> Outro motivo, por favor indique-o abaixo	<input checked="" type="radio"/> Outro motivo, por favor indique-o abaixo

Enviar

Figura C.1: Questionário modelo para levantamento de emoções de atribuição

A Figura C.2 apresenta o modelo empregado na versão francesa equivalente ao questionário modelo para levantamento de emoções de atribuição.

Sudoku Collaboratif

**** Comment vous sentez-vous à l'égard de VOTRE FAÇON DE JOUER ? ****

À l'instant courant, je me sens:

très mal plutôt mal neutre plutôt bien très bien

Cela parce que ...

<input type="radio"/> Vous ne justifiez pas vos propositions	<input type="radio"/> Vous justifiez vos propositions
<input type="radio"/> Vous n'acceptez pas les propositions de votre partenaire	<input type="radio"/> Vous acceptez les propositions de votre partenaire
<input type="radio"/> Vous ne faites rien	<input type="radio"/> Vous jouez activement
<input type="radio"/> Vous envoyez des messages désagréables	<input type="radio"/> Vous envoyez des messages agréables
<input type="radio"/> Vous êtes moins bon que votre partenaire	<input type="radio"/> Vous êtes meilleur que votre partenaire
<input type="radio"/> Vous empirez le jeu	<input type="radio"/> Vous améliorez le jeu
<input checked="" type="radio"/> Autre motif, S.V.P. indiquez-le ci-dessous	<input checked="" type="radio"/> Autre motif, S.V.P. indiquez-le ci-dessous

**** Comment vous ressentez LA FAÇON DE JOUER DE VOTRE PARTENAIRE ? ****

À l'instant courant, je la ressens:

très mal plutôt mal neutre plutôt bien très bien

Cela parce que ...

<input type="radio"/> Votre partenaire ne justifie pas ses propositions	<input type="radio"/> Votre partenaire justifie ses propositions
<input type="radio"/> Votre partenaire n'accepte pas vos propositions	<input type="radio"/> Votre partenaire accepte vos propositions
<input type="radio"/> Votre partenaire ne fait rien	<input type="radio"/> Votre partenaire joue activement
<input type="radio"/> Votre partenaire envoie des messages désagréables	<input type="radio"/> Votre partenaire envoie des messages agréables
<input type="radio"/> Votre partenaire est meilleur que vous	<input type="radio"/> Votre partenaire est moins bon que vous
<input type="radio"/> Votre partenaire empire le jeu	<input type="radio"/> Votre partenaire améliore le jeu
<input checked="" type="radio"/> Autre motif, S.V.P. indiquez-le ci-dessous	<input checked="" type="radio"/> Autre motif, S.V.P. indiquez-le ci-dessous

Envoyer

Figura C.2: Levantamento de emoções de atribuição (versão francesa)

APÊNDICE D – PROTOCOLO DE SUPORTE À COLABORAÇÃO

Tabela D.1: Mensagens do protocolo cliente-servidor de suporte à colaboração

Mensagem do cliente *	Mensagem do servidor	Enviada para
NICK <Nick_Name>	DENY_NICK <Nick_Name> / ACCEPT_NICK <Nick_Name>	Nick_Name
PARTNERS <Nick_Name>	PARTNERS <Empty_List> <List_of_Available_Partners>	Nick_Name
INVITATION <Nick_Name> <Partner>	INVITATION <Nick_Name> <Partner>	Partner
DECLINE <Partner> <Nick_Name>	DECLINE <Partner> <Nick_Name>	Nick_Name
ACCEPT <Partner> <Nick_Name>	NOT_AVAILABLE_PARTNER <notAvailablePartner>	Nick_Name
	COMPETITION <Sudoku_Problem> <Sudoku_Solution> <Partner> <Nick_Name> <Advers1> <Advers2>	Nick_Name, Partner, Advers1, Advers2
ACCEPT <Partner> <Nick_Name>	WAIT <Partner> <Nick_Name>	Nick_Name, Partner
ACCEPT <Partner> <Nick_Name>	COLLABORATION <Problem> <Solution> <Partner>	Nick_Name, Partner
PROPOSE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	PROPOSE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	Partner
PUT <Nick_Name> <Number> <Row> <Col>	PUT <Nick_Name> <Number> <Row> <Col>	Nick_Name, Partner
AGREE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	AGREE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	Nick_Name, Partner
DISAGREE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	DISAGREE <Nick_Name> ERASE REPLACE <Number> <Row> <Col> <Justification>	Nick_Name, Partner
< Sudoku Solution is Reached >	GOT_IT <Winner1> <Winner2> NewProblem NewSolution	Winner1, Winner2, Advers1, Advers2
MESSAGE <Nick_Name> <Partner> <Msg>	MESSAGE <Nick_Name> <Partner> <Msg Content>	Partner
<Connection Lost Disconnection on Demand >	DOWN_PARTNER	Partner

* As mensagens do cliente são enviadas para o servidor. Este último encaminha a mensagem ao parceiro e/ou gera uma mensagem de resposta ao cliente original e/ou gera uma mensagem aos adversários, conforme o caso.

APÊNDICE E – ESTRUTURA DA BASE DE DADOS DO JOGO SUDOKU COLABORATIVO

Tabela E.1: Estrutura do arquivo *user_messages*, que armazena detalhes das ações dos jogadores

Campo	Tipo	Conteúdo	Descrição
NickName	Var_char(10)	NickName	Nome do jogador
DateTime	DateTime	Data e hora	Data e hora de registro da ação do jogador pelo servidor.
Message	Text	'NICK' 'PARTNERS' 'INVITATION' 'DENY' 'ACCEPT' 'PROPOSE' 'PUT' 'AGREE' 'DISAGREE' 'MESSAGE'	Tipo de ação executada, ou seja, o cabeçalho da mensagem de acordo com o protocolo de colaboração (ver Apêndice D).
P1	Text		Conteúdos conforme o protocolo de colaboração (ver Tabela E.2)
P2	Text		Conteúdos conforme o protocolo de colaboração (ver Tabela E.2)
P3	Text		Conteúdos conforme o protocolo de colaboração (ver Tabela E.2)
P4	Text		Conteúdos conforme o protocolo de colaboração (ver Tabela E.2)
P5	Text		Conteúdos conforme o protocolo de colaboração (ver Tabela E.2)

Tabela E.2: Relações entre o conteúdo do campo *Message* e os demais atributos no arquivo *user_messages*

NickName	DateTime	Message	P1	P2	P3	P4	P5
Nick	Data e hora	'NICK'	Nick	0	0	0	0
Nick	Data e hora	'PARTNERS'	0	0	0	0	0
Nick	Data e hora	'INVITATION'	Invited_Partner	0	0	0	0
Nick	Data e hora	'ACCEPT'	Partner	0	0	0	0
Nick	Data e hora	'PUT'	Number ('1',..., '9')	Row ('A',..., 'I')	Col ('A',..., 'I')	0	0
Nick	Data e hora	'PROPOSE' / 'AGREE' / 'DISAGREE'	'ERASE' / 'REPLACE'	Number ('1',..., '9')	Row ('A',..., 'I')	Col ('A',..., 'I')	Justification
Nick	Data e hora	'MESSAGE'	Partner	Message Content	0	0	0

Tabela E.3: Estrutura do arquivo *matches*, que armazena informações sobre as partidas jogadas

Campo	Tipo	Conteúdo	Descrição
StartDateTime	DateTime	Data e hora	Início da partida
FinishDateTime	DateTime	Data e hora	Final da partida
NickPlayer1	Var_char(10)	Nick	NickName do jogador 1
NickPlayer2	Var_char(10)	Nick	NickName do jogador 2
NickPlayer3	Var_char(10)	Nick	NickName do jogador 3
NickPlayer4	Var_char(10)	Nick	NickName do jogador 4
AreThereWinners	Char	'Y' / 'N'	'Y' indica que houve vencedores (neste caso, NickPlayer1 e NickPlayer2) 'N' indica que a partida encerrou por abandono ou perda de conexão e não houve vencedores
SudokuLevel	Var_Char(6)	'EASY' / 'MEDIUM' / 'HARD'	Nível de dificuldade do sudoku
SudokuProblem	Var_char(83)	Problema Sudoku	Sudoku a ser resolvido, por exemplo*: 590008076 830047009 000020300 010006850 003402600 065100040 007030000 300960014 640800032
SudokuSolution	Var_char(83)	Solução Sudoku	Solução do sudoku, por exemplo*: 592318476 836547129 471629385 214796853 783452691 965183247 157234968 328965714 649871532

* As quebras de linha nos exemplos são meramente ilustrativas.

Tabela E.4: Estrutura do arquivo *server_log*, que armazena o histórico do servidor de jogo

Campo	Tipo	Conteúdo	Exemplos
DateTime	DateTime	Data e hora	2008-04-03 10:01:25
ServerLogMessage	Text	Cadeia com a mensagem de log	Message << COMPETITION 590008076830047009000020300010006850003402600065100040007030000300960014640800032 592318476836547129471629385214796853783452691965183247157234968328965714649871532 GGGGGG LLLLL SSSSS JJJJJ >> envoyé pour < GGGGGG > @ porte 47810 Ajoutant le client < SSSSS > Message << ACCEPT_NICK JJJJJ >> envoyé pour < JJJJJ > @ porte 1054 Listant les partners disponibles pour < LLLLL > :: << GGGGG >> Message << PUT JJJJJ 6 G H >> envoyé pour < SSSSS > @ porte 50366

Tabela E.5: Estrutura do arquivo *self_reported_emotions*, que armazena os relatos de avaliação afetiva do jogador

Campo	Tipo	Conteúdo	Descrição
DateTime	DateTime	Data e hora	Data e hora da captura pelo servidor do relato afetivo do jogador
Nick	Var_char(10)	NickName	Nickname do jogador
Partner	Var_char(10)	NickName	NickName do parceiro de jogo na partida corrente
SelfEmotion	Char	'1' / '2' / '3' / '4' / '5'	Representa o "nível" de aprovação ou desaprovação momentânea do jogador com relação às suas próprias ações na partida corrente (para detalhes, ver Tabela E.6).
SelfEmotionReason	Var_char(2)	'1' / '2' / ... / '16' / '17'	Representa a "razão" da aprovação ou desaprovação em "SelfEmotion" (para detalhes, ver Tabela E.6).
SelfEmotionOtherReason	Text	Texto livre	Permite descrever "outra razão" para a avaliação em "SelfEmotion"
PartnerEmotion	Char	'1' / '2' / '3' / '4' / '5'	Representa o "nível" de aprovação ou desaprovação momentânea do jogador com relação às ações de seu parceiro na partida corrente (para detalhes, ver Tabela E.6).
PartnerEmotionReason	Var_char(2)	'1' / '2' / ... / '16' / '17'	Representa a "razão" da aprovação ou desaprovação em "PartnerEmotion" (para detalhes, ver Tabela E.6).
PartnerEmotionOtherReason	Text	Texto livre	Permite descrever "outra razão" para a avaliação em "PartnerEmotion"

Tabela E.6: Conteúdo, valência e significado dos atributos do arquivo *self_reported_emotions*

Campo	Conteúdo	Valência	Significado	
SelfEmotion	'1' / '2' / '3' / '4' / '5'	Não se aplica	'muito mal' / 'mal' / 'indiferente' / 'bem' / 'muito bem' (relativo às próprias ações)	
SelfEmotionReason	'1'	Negativa	O jogador não justifica suas proposições.	
	'2'	Negativa	O jogador não aceita as proposições de seu parceiro.	
	'3'	Negativa	O jogador " não faz nada "	
	'4'	Negativa	O jogador envia mensagens negativas .	
	'5'	Negativa	O jogador joga pior que seu parceiro.	
	'6'	Negativa	O jogador piora o jogo da dupla (em relação aos adversários).	
	'7'	Negativa	Outra razão negativa	
	'11'	Positiva	O jogador justifica suas proposições.	
	'12'	Positiva	O jogador aceita as proposições de seu parceiro.	
	'13'	Positiva	O jogador joga ativamente .	
	'14'	Positiva	O jogador envia mensagens positivas .	
	'15'	Positiva	O jogador joga melhor que seu parceiro.	
	'16'	Positiva	O jogador melhora o jogo (em relação aos adversários).	
	'17'	Positiva	Outra razão positiva	
	PartnerEmotion	'1' / '2' / '3' / '4' / '5'	Não se aplica	'muito mal' / 'mal' / 'indiferente' / 'bem' / 'muito bem' (relativo às ações do parceiro)
	PartnerEmotionReason	'1'	Negativa	Partner não justifica suas proposições
		'2'	Negativa	O parceiro não aceita as proposições do jogador.
'3'		Negativa	O parceiro não faz nada .	
'4'		Negativa	O parceiro envia mensagens negativas	
'5'		Negativa	O parceiro joga melhor que o jogador.	
'6'		Negativa	O parceiro piora o jogo (em relação aos adversários).	
'7'		Negativa	Outra razão negativa	
'11'		Positiva	O parceiro justifica suas proposições	
'12'		Positiva	O parceiro aceita as proposições do jogador.	
'13'		Positiva	O parceiro joga ativamente .	
'14'		Positiva	O parceiro envia mensagens positivas .	
'15'		Positiva	O parceiro joga pior que o jogador.	
'16'		Positiva	O parceiro melhora o jogo (em relação aos adversários).	
'17'		Positiva	Outra razão positiva	

Tabela E.7: Estrutura do arquivo *user_actions_consequences*, alterações na colaboração e competição em função das ações do jogador

Campo	Tipo	Conteúdo	Descrição
DateTime	DateTime	Data e hora	Data e hora de registro da ação no servidor
Nick	Var_char(10)	NickName	O nickname do jogador responsável pela ação "Action"
Partner	Var_char(10)	NickName	O nickname do parceiro na partida corrente
Action	Var_char(20)	'JUSTIF_PROPOSITION'	Uma "proposição" justificada (POSITIVE) ou não justificada (NEGATIVE)
		'JUSTIF_AGREE'	Um "concordo" justificado (POSITIVE) ou não justificado (NEGATIVE)
		'JUSTIF_DISAGREE'	Um "discordo" justificado (POSITIVE) ou não justificado (NEGATIVE)
		'AGREE_OR_DISAGREE'	O jogador concorda (POSITIVE) ou discorda (NEGATIVE) de uma proposta.
		'NOTHING'	Resultado da falta de ação do jogador durante um período maior que T, um limiar de tempo variável conforme os perfis do jogador e do parceiro, ou seja, as expectativas do jogador sobre si mesmo e sobre o parceiro em termos de atividade.
		'COMPLETE_ROW'	Ação completa (POSITIVE) ou desmancha (NEGATIVE) uma linha do Sudoku.
		'COMPLETE_COL'	Ação completa (POSITIVE) ou desmancha (NEGATIVE) uma coluna do Sudoku.
		'COMPLETE_SUB_GRID'	Ação completa (POSITIVE) ou desmancha (NEGATIVE) uma sub-grade do Sudoku.
		'CORRECT_ROW'	Ação torna correta (POSITIVE) ou incorreta (NEGATIVE) uma linha do Sudoku.
		'CORRECT_COL'	Ação torna correta (POSITIVE) ou incorreta (NEGATIVE) uma coluna do Sudoku.
		'CORRECT_SUB_GRID'	Ação torna correta (POSITIVE) ou incorreta (NEGATIVE) uma sub-grade do Sudoku.
		'IMPROVE'	Ação resulta em melhora (POSITIVE) ou resulta em piora (NEGATIVE) relativa à evolução dos adversários: $\text{proporção} = (\% \text{ da dupla Nick\&Partner}) / (\% \text{ da dupla adversária})$ $\text{IMPROVE.Valence} = \text{POSITIVE} \text{ iff } (\text{proporção}[i] + \text{ação}[i]) > \text{proporção}[i-1]$ $\text{IMPROVE.Valence} = \text{NEGATIVE} \text{ iff } (\text{proporção}[i] + \text{ação}[i]) < \text{proporção}[i-1]$
		'COMPLETE_GAME'	Ação completa uma partida (sempre POSITIVE).
		'OVERCOME'	Ação que melhora (POSITIVE) ou piora (NEGATIVE) a "contribuição" do jogador em relação à de seu parceiro: $\text{proporção} = (\text{contribuição do jogador}) / (\text{contribuição do parceiro})$ $\text{OVERCOME.Valence} = \text{POSITIVE} \text{ iff } (\text{proporção}[i] + \text{ação}[i]) > \text{proporção}[i-1]$ $\text{OVERCOME.Valence} = \text{NEGATIVE} \text{ iff } (\text{proporção}[i] + \text{ação}[i]) < \text{proporção}[i-1]$ No Sudoku Colaborativo a contribuição é representada pela quantidade de peças dispostas no tabuleiro por um determinado jogador.
'MESSAGE'	Ação do jogador é o envio de uma mensagem: de incentivo ou justificativa (POSITIVE); ou de repreensão ou impaciência (NEGATIVE).		
Valence	Var_char(8)	'POSITIVE' / 'NEGATIVE'	Define a valência positiva ou negativa da ação indicada no campo "Action".

APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

A seguir é apresentado o modelo de *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* apresentado aos sujeitos participantes desta pesquisa, bem como a versão equivalente em Francês (*Libre consentement préalable et éclairé*).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, no projeto de pesquisa “Um Jogo Educacional que considera aspectos afetivos do aprendiz”, coordenado na UTFPR pelo professor pesquisador Edilson Pontarolo, da COINF Pato Branco. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a instituição. Em caso de dúvida você pode procurar o prof. Edilson Pontarolo na COINF Pato Branco ou pelo telefone (46) 3220-2591.

Informações do projeto e do experimento

O projeto “Um Jogo Educacional que considera aspectos afetivos do aprendiz” envolve a concepção de um jogo de raciocínio lógico que inferirá aspectos afetivos do utilizador (relacionados a suas emoções e personalidade), através das ações do utilizador durante o jogo. O utilizador teve sucesso na etapa de um jogo ou ele fracassou em outra são exemplos de informações utilizadas pelo sistema no processo de inferência.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser um dos utilizadores avaliadores do jogo no experimento, ou seja, você irá utilizar o jogo para obtenção de dados estatísticos que serão empregados na estruturação e quantificação do modelo matemático de inferência.

Antes do início do jogo será realizada uma breve apresentação a você do projeto de pesquisa e também do jogo, suas etapas, regras e funcionamento. O experimento consistirá de três etapas:

- a) antes de jogar, você deverá responder a um inventário sobre aspectos de sua personalidade;
- b) você deverá utilizar o jogo (jogá-lo) no período especificado pelo pesquisador e também responder a um questionário (janela *pop-up*) que surgirá com uma frequência pré-determinada;
- c) após jogar, você deverá responder a um inventário a respeito da sessão de jogo.

Outros esclarecimentos

Por se tratar, da simples utilização de um jogo de computador, essa pesquisa não trará nenhum risco ou prejuízo a você.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sobre sua participação sempre que julgar necessário.

Prof. Edilson Pontarolo

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Participante da Pesquisa

Libre consentement préalable et éclairé

Vous vous apprêtez à participer à une expérimentation dans le cadre d'un projet de recherche scientifique conjoint entre la France et le Brésil (projet Capes/Cofecub n°Ma548/07). Ce projet, intitulé "Agents Pédagogiques Intelligents Rationnels et Affectifs" (traduction de l'anglais PRAIA - Pedagogical Rational and Affective Intelligent Agents) est coordonné en France par Sylvie Pesty, Professeur des Universités, chercheur au Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG).

Après avoir lu les informations suivantes, si vous acceptez de participer à cette expérimentation, merci de bien vouloir signer ce document qui vous est remis en deux exemplaires.

Informations sur le projet et l'expérimentation

Un des objectifs du projet est d'étudier les émotions de participants engagées dans une tâche collaborative. Pour cela, un « jeu mathématique » en réseau a été conçu, où deux équipes de deux personnes résolvent un même problème. La première équipe qui a résolu correctement le problème a gagné. C'est à ce jeu qu'on vous propose de participer.

Durant la partie, le système étudie « les émotions » des participants à partir de l'interprétation de leurs actions à l'interface du jeu et en posant régulièrement des questions au participant ; les émotions que le système cherche à capturer concerne ce que ressent le participant à l'égard de ses propres actions et à l'égard des actions de son partenaire de jeu.

L'expérimentation se décompose en trois étapes :

1. Il vous sera demandé de répondre à un questionnaire au sujet de votre personnalité et une brève présentation du jeu (règles, déroulement,...) vous sera donnée.
2. Il vous sera demandé de jouer 2 ou 3 parties. Durant les parties, des fenêtres "popups" apparaîtront de temps en temps (environ toutes les 3 min) à l'interface du jeu pour demander votre avis à l'égard de vos actions et de celles de votre partenaire.
3. Après la séance, il vous sera demandé de répondre à un autre questionnaire au sujet vos buts et vos attentes.

Autres informations

Votre participation à cette expérimentation ne comporte aucun risque connu plus élevé que les risques normaux de la vie quotidienne. Toutes vos données personnelles seront confidentielles ; elles ne seront en aucun cas divulguées.

Vous pouvez poser librement des questions et notez qu'à tout moment, vous pouvez également vous désister et abandonner l'expérimentation.

Je déclare avoir compris l'expérimentation proposée, et je suis d'accord pour y participer.

Fait à _____, le _____.

Sylvie Pesty, Laboratoire LIG (UMR 5217 CNRS)	Nom, Prénom du participant et signature
--	--

APÊNDICE G – TABELAS DE CORRELAÇÃO LINEAR E TABELAS DE CONTINGÊNCIA

Tabela G.1: Coeficientes de correlação linear entre traços de personalidade e objetivos avaliados em 40 participantes

Objetivo \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
<i>Bater_adversários</i>	0,07	-0,19	0,11	-0,05
<i>Bater_parceiro</i>	0,18	-0,15	0,00	-0,07
<i>Motivar_parceiro</i>	0,24	0,00	0,06	0,07
<i>Diversão</i>	-0,10	0,05	0,00	0,34
<i>Negociar_solução</i>	0,03	0,02	0,26	0,16

Tabela G.2: Coeficientes de correlação linear entre traços de personalidade e normas comportamentais avaliados em 40 participantes

Norma \ Traço	<i>Extroversão</i>	<i>Socialização</i>	<i>Escrupulosidade</i>	<i>Estabilidade</i>
<i>Norma_Bater_adversários</i>	0,20	0,09	0,18	0,12
<i>Norma_Bater_parceiro</i>	0,25	-0,15	-0,07	0,09
<i>Norma_Motivar_parceiro</i>	0,32	0,06	0,12	0,19
<i>Norma_Diversão</i>	0,06	-0,17	-0,21	-0,04
<i>Negociar_solução</i>	-0,02	0,11	0,26	0,13

Tabela G.3: Coeficientes de correlação linear entre normas comportamentais e objetivos durante o jogo Sudoku Colaborativo segundo 40 participantes

Objetivo \ Norma	<i>N_B_advers</i>	<i>N_B_parceiro</i>	<i>N_Motivar_parceiro</i>	<i>N_Diversão</i>	<i>N_Neg_solução</i>
<i>Obj_Bater_advers</i>	0,41	0,33	0,42	-0,05	0,24
<i>Obj_Bater_parceiro</i>	-0,01	0,11	-0,07	-0,33	0,36
<i>Obj_Motivar_parceiro</i>	0,21	0,14	0,43	0,02	0,33
<i>Obj_Diversão</i>	0,14	0,22	0,17	0,30	0,09
<i>Obj_Negociar_solução</i>	0,05	0,06	0,19	-0,04	-0,04

Tabela G.4: Matriz simétrica dos coeficientes de correlação linear interna entre objetivos durante o jogo Sudoku Colaborativo avaliados em 40 participantes

Objetivo \ Objetivo	<i>Bater_adversários</i>	<i>Bater_parceiro</i>	<i>Motivar_parceiro</i>	<i>Diversão</i>	<i>Negociar_solução</i>
<i>Bater_adversários</i>	1,000	0,485	0,210	-0,059	0,082
<i>Bater_parceiro</i>	0,485	1,000	0,099	-0,158	0,251
<i>Motivar_parceiro</i>	0,210	0,099	1,000	0,315	0,381
<i>Diversão</i>	-0,059	-0,158	0,315	1,000	0,303
<i>Negociar_solução</i>	0,082	0,251	0,381	0,303	1,000

Tabela G.5: Matriz simétrica dos coeficientes de correlação linear interna entre normas comportamentais avaliadas em 40 participantes

Norma	Bater_adversários	Bater_parceiro	Motivar_parceiro	Diversão	Negociar_solução
Bater_adversários	1,000	0,299	0,336	0,157	0,289
Bater_parceiro	0,299	1,000	0,473	0,391	0,065
Motivar_parceiro	0,336	0,473	1,000	0,362	0,238
Diversão	0,157	0,391	0,362	1,000	-0,059
Negociar_solução	0,289	0,065	0,238	-0,059	1,000

Tabela G.6: Frequências relativas entre traços de personalidade e objetivos avaliados em 40 participantes

Objetivo	Traço	Extroversão		Socialização		Escrupulosidade		Estabilidade	
		++	--	++	--	++	--	++	--
Bater_adversários	++	16	18	20	14	18	16	17	17
	--	3	3	0	6	1	5	2	4
Bater_parceiro	++	14	11	13	12	12	13	10	15
	--	5	10	7	8	7	8	9	6
Motivar_parceiro	++	17	16	15	18	14	19	16	17
	--	2	5	5	2	5	2	3	4
Diversão	++	14	20	17	17	17	17	18	16
	--	5	1	3	3	2	4	1	5
Negociar_solução	++	16	19	18	17	18	17	18	17
	--	3	2	2	3	1	4	1	4

++ indica presença e -- indica ausência do traço de personalidade ou do objetivo

Tabela G.7: Frequências relativas entre traços de personalidade e normas comportamentais avaliados em 40 participantes

Norma	Traço	Extroversão		Socialização		Escrupulosidade		Estabilidade	
		++	--	++	--	++	--	++	--
Bater_adversários	++	18	20	18	20	17	21	19	19
	--	1	1	2	0	2	0	0	2
Bater_parceiro	++	15	15	13	17	13	17	16	14
	--	4	6	7	3	6	4	3	7
Motivar_parceiro	++	17	14	17	14	16	15	16	15
	--	2	7	3	6	3	6	3	6
Diversão	++	15	18	16	17	14	19	16	17
	--	4	3	4	3	5	2	3	4
Negociar_solução	++	15	19	20	16	18	16	16	18
	--	4	2	0	4	1	5	3	3

++ indica presença e -- indica ausência do traço de personalidade ou da norma comportamental

APÊNDICE H – TABELAS DE PROBABILIDADE CONDICIONAL

Quadro H.1: TPCs entre traços de personalidade, normas comportamentais e objetivos avaliados em 40 indivíduos

Negociar_solucao(S5)

C	no				yes			
A	no		yes		no		yes	
E	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	0.244676	2.57733E-9	0.0258188	1.63099E-10	0.0	0.0	0.0	2.58157E-10
yes	0.755324	1.0	0.974181	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Diversao(S4)

C	no	yes
yes	0.90494	0.861825
no	0.0950601	0.138175

Motivar_jogador(S3)

A	no		yes	
E	yes	no	yes	no
no	0.0	0.158081	0.0584415	0.274495
yes	1.0	0.841919	0.941559	0.725505

Bater_jogador(S2)

S	yes		no	
A	no	yes	no	yes
yes	1.0	0.778024	0.841621	0.79802
no	1.69304E-11	0.221976	0.158379	0.20198

Bater_adversarios(S1)

C	no		yes	
A	no	yes	no	yes
yes	1.0	1.0	1.0	1.0
no	0.0	0.0	4.5252E-12	0.0

Bater_parceiro(G2)

S	yes		no	
E	yes	no	yes	no
yes	0.706033	0.579159	0.998983	0.696293
no	0.293967	0.420841	0.00101686	0.303707

Estabilidade(S)

yes	0.500193
no	0.499807
Experience	80.0

Negociar_solucao(G5)

S	yes		no	
C	no	yes	no	yes
no	0.0	0.0	0.253211	0.247082
yes	1.0	1.0	0.746789	0.752918
Experience	19.4562	20.5593	21.9306	18.0539

Diversao(G4)

S	yes		no	
E	yes	no	yes	no
yes	1.0	0.906177	0.528302	0.929983
no	0.0	0.0938227	0.471698	0.0700168
Experience	18.6987	21.3168	16.6086	23.3759

Motivar_parceiro(G3)

C	no		yes	
A	no	yes	no	yes
no	0.0546403	0.0	0.320269	0.208229
yes	0.94536	1.0	0.679731	0.791771
Experience	22.6154	18.7714	18.1638	20.4494

Bater_adversarios(G1)

C	no		yes	
A	no	yes	no	yes
yes	0.942056	0.721243	0.737214	1.0
no	0.057944	0.278757	0.262786	0.0
Experience	22.6154	18.7714	18.1638	20.4494

Extroversao(E)

yes	0.441341
no	0.558659
Experience	80.0

Escrupulosidade(C)

no	0.517335
yes	0.482665
Experience	80.0

Socializacao(A)

no	0.50974
yes	0.49026
Experience	80.0

Quadro H.2: TPC da ocorrência de emoção positiva (orgulho) ao avaliar interações próprias em relação a normas comportamentais

Orgulho(OR)										
AT	yes									
S4	yes									
S1	yes					no				
S5	no					yes				
NE	no		yes		no		yes		no	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	5.00003E-6	1.0	8.90332E...	1.0	1.34461E-7	1.0	4.30653E...	6.85422E...	1.0	1.0
yes	0.999995	3.03733E...	1.0	8.98378E...	1.0	2.33649E-8	1.0	1.0	1.97998E-8	4.83044E...
Experience	4.71847	3.65984	6.15043	3.60278	70.8028	102.826	112.982	167.143	1.87005	1.6904
AT	yes									
S4	yes					no				
S1	no					yes				
S5	no					yes				
NE	yes		no		yes		no		yes	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	4.77779E...	1.0	1.0	1.0	1.80722E...	1.0	1.00482E-6	1.0	1.84429E...	1.0
yes	1.0	2.21514E...	7.04164E...	4.13197E...	1.0	4.84566E...	0.999999	2.01082E...	1.0	2.67478E-9
Experience	5.61335	1.98782	2.53322	2.56412	9.63426	3.01528	2.43395	0.925333	2.86596	1.08814
AT	yes									
S4	no									
S1	yes					no				
S5	yes					no				
NE	no		yes		no		yes		no	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.19619E...	0.999999	7.87224E...	8.17199E...	0.999998	1.0	1.34138E...	1.0	1.0	1.0
yes	1.0	1.45643E-6	1.0	1.0	1.56051E-6	3.80714E...	1.0	1.74588E-8	1.7618E-8	1.43027E...
Experience	10.3258	8.55642	14.3029	16.3638	1.49762	1.35374	7.31502	1.59193	1.35357	1.22353
AT	yes					no				
S4	no					yes				
S1	no					yes				
S5	yes					no				
NE	yes		no		yes		no		yes	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.20395E...	1.0	0.999735	1.0	1.88849E-4	1.0	0.00471626	1.0	2.08723E-7	7.11062E-6
yes	1.0	8.00546E-9	2.65184E-4	6.95943E...	0.999811	1.15617E...	0.995284	1.18472E...	1.0	0.999993
Experience	6.14587	1.43881	1.26797	2.47271	2.69374	2.43415	11.8538	27.6033	17.9837	17.959
AT	no									
S4	no									
S1	yes					no				
S5	no					yes				
NE	no		yes		no		yes		no	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	1.0	4.42797E-4	1.0	1.0	1.0	0.0149983	1.0	0.999718	1.0
yes	2.88806E...	6.63858E...	0.999557	1.28017E...	4.84556E...	7.98653E...	0.985002	3.61249E...	2.82081E-4	2.04126E...
Experience	1.60053	1.44677	1.08975	1.70132	1.71154	1.73242	1.77194	2.03723	0.486679	0.625189
AT	no									
S4	no									
S1	yes					no				
S5	no					yes				
NE	yes		no		yes		no		yes	
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	9.07951E-4	1.0	9.17919E-4	1.0	2.17893E-6	0.00728064	1.0	1.0	4.74713E-5	1.0
yes	0.999092	1.5032E-15	0.999082	5.14226E...	0.999998	0.992719	1.10697E...	2.5445E-14	0.999953	4.90677E...
Experience	0.839558	0.73519	2.50948	3.45108	3.41183	2.92483	1.01185	0.91464	2.23963	1.07557
AT	no									
S4	no									
S1	no									
S5	yes									
NE	no					yes				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	1.0	1.94222E-4	1.0						
yes	5.00548E...	1.31213E...	0.999806	2.79407E...						
Experience	0.91452	0.826663	2.12492	0.972113						

Quadro H.3: TPC da ocorrência de emoção negativa (vergonha) ao avaliar interações próprias em relação a normas comportamentais

Vergonha(VE)

S2	yes									
S1	yes									
S5	no									
NE	no					yes				
CP	yes					no				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	0.999908	1.3752E-11	0.998774	1.2874E-12	1.0	1.26791E...	1.0	1.06452E...	1.0	2.71008E-7
yes	9.21341E-5	1.0	0.0012256	1.0	1.8916E-9	1.0	1.48095E-8	1.0	5.25683E-8	1.0
Experience	3.12588	2.3914	2.98197	2.28317	4.46125	2.81217	4.25935	2.6849	48.1415	61.786

S2	yes									
S1	yes									
S5	no									
NE	yes					no				
CP	no					yes				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	0.999978	3.54774E...	1.0	1.0	1.0	1.0	2.19922E-7	3.98705E...	2.61096E...	7.68872E...
yes	2.15001E-5	1.0	2.4784E-11	4.27896E...	2.21644E-9	5.40647E-8	1.0	1.0	1.0	1.0
Experience	29.8256	67.3356	77.982	114.62	48.5325	67.1014	1.25818	1.13731	1.87535	1.69518

S2	yes									
S1	no									
S5	no									
NE	yes					no				
CP	yes					no				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	2.10289E-9	1.0	3.24834E...	2.35095E-9	2.56792E...	1.01418E...	1.57283E...	1.0	3.37075E-9
yes	3.47973E...	1.0	3.69382E...	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.37377E...	1.0
Experience	5.98702	1.33742	5.71608	1.99345	2.12257	1.91866	2.02651	1.83183	6.46877	2.25624

S2	yes									
S1	no									
S5	yes									
NE	yes					no				
CP	no					yes				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	1.57586E...	0.999772	3.72365E...	0.996453	2.75899E...	1.0	6.55069E...	1.0	4.21681E...
yes	1.78712E-8	1.0	2.28267E-4	1.0	0.0035472	1.0	2.21456E...	1.0	1.79666E-9	1.0
Experience	5.22128	2.15414	1.43284	1.53908	1.36637	1.46942	1.95886	1.20896	1.87021	1.15425

S2	no									
S1	yes									
S5	yes									
NE	no					yes				
CP	yes					no				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	5.05569E-7	1.0	4.3759E-8	1.0	1.0	1.0	1.33564E-6	2.42159E...	
yes	1.93195E...	0.999999	5.78142E...	1.0	1.44212E...	4.95259E...	3.29031E...	1.29212E...	0.999999	1.0
Experience	9.65106	6.98403	7.87373	6.33109	12.265	12.7967	9.9009	9.87263	1.45621	1.31631

S2	no									
S1	no									
S5	no									
NE	no					yes				
CP	no					yes				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	3.48433E-8	1.02614E...	1.0	1.27722E-8	1.0	4.33524E...	7.47926E-9	1.76288E...	2.63547E...	9.172E-13
yes	1.0	1.0	1.20292E-9	1.0	2.8757E-7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Experience	1.39031	1.25674	2.81847	1.54792	1.73618	1.47786	1.20924	1.32818	1.15452	1.26807

S2	no									
S1	no									
S5	yes									
NE	yes									
CP	yes					no				
CA	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
no	1.0	2.1449E-9	1.0	8.20294E...						
yes	7.4363E-11	1.0	4.77884E-9	1.0						
Experience	4.57435	1.56187	3.4126	1.49118						

Quadro H.4: TPC da ocorrência de emoção positiva (admiração) ao avaliar interações do parceiro em relação a normas comportamentais

Admiração(AD)

S5	no										
S4	yes										
CA	yes					no					
NE	no				yes						
AT	yes		no			yes			no		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	no										
S4	yes					no					
CA	no					yes					
NE	no				yes						
AT	no		yes			no			yes		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	no										
S4	no										
CA	yes					no					
NE	yes				no						
AT	yes		no			yes			no		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	no					yes					
S4	no					yes					
CA	no					yes					
NE	yes				no						
AT	no		yes			no			yes		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	yes										
S4	yes					no					
CA	no					yes					
NE	no				yes						
AT	yes		no			yes			no		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	yes										
S4	yes					no					
CA	yes					no					
NE	no				yes						
AT	no		yes			no			yes		
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	
no	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
yes	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

S5	yes										
S4	no										
CA	no										
NE	yes										
AT	yes		no								
S1	yes	no	yes	no							
no	0.5	0.5	0.5	0.5							
yes	0.5	0.5	0.5	0.5							

Quadro H.5: TPC da ocorrência de emoção negativa (reprovação) ao avaliar interações do parceiro em relação a normas comportamentais

Reprovação(RE)											
S5	no										
S4	yes										
CA	yes										
NE	no										
AT	yes										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	0.998653	0.999409	1.24607E-7	7.21524E...	1.0	1.0	0.168785	0.0600024	0.998653	0.999409	
yes	0.00134684	5.91054E-4	1.0	1.0	2.24716E-8	1.07027E-9	0.831215	0.939998	0.00134684	5.91054E-4	
Experience	5.04771	1.54812	4.08391	1.07871	6.89427	2.19423	4.56711	1.20616	5.00212	1.53414	
S5	no										
S4	yes										
CA	no										
NE	yes										
AT	no										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	1.24607E-7	7.21524E...	1.0	1.0	0.168785	0.0600024	0.992753	0.922921	1.60698E-6	2.53314E-7	
yes	1.0	1.0	2.24716E-8	1.07027E-9	0.831215	0.939998	0.00724727	0.0770787	0.999998	1.0	
Experience	4.04703	1.06896	6.832	2.17442	4.52586	1.19527	2.37302	2.39714	1.68838	2.23446	
S5	no										
S4	no										
CA	yes										
NE	yes										
AT	no										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	1.0	1.0	0.997334	0.694279	0.992753	0.922921	1.60698E-6	2.53314E-7	1.0	1.0	
yes	6.00365E...	1.82835E-7	0.00266627	0.305721	0.00724727	0.0770787	0.999998	1.0	6.00367E...	1.82835E-7	
Experience	3.14124	3.27314	2.34045	2.6429	2.35158	2.37549	1.67313	2.21428	3.11287	3.24358	
S5	no										
S4	yes										
CA	no										
NE	yes										
AT	no										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	0.997334	0.694279	0.999963	0.689267	8.06663E-4	2.36825E-7	1.0	1.0	0.730292	0.966399	
yes	0.00266627	0.305721	3.70134E-5	0.310733	0.999193	1.0	7.16091E-8	5.65516E-8	0.269708	0.0336006	
Experience	2.31932	2.61902	48.7963	2.11111	34.9433	2.07531	104.591	2.89214	69.3051	2.52044	
S5	yes										
S4	yes										
CA	no										
NE	no										
AT	yes										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	0.99981	0.335971	1.4803E-4	5.59553E-8	1.0	1.0	0.329817	0.845109	1.0	0.975309	
yes	1.90089E-4	0.664029	0.999852	1.0	3.98758E-7	3.12368E-7	0.670183	0.154891	3.1828E-7	0.0246907	
Experience	48.1694	2.07371	36.7333	2.05657	103.816	2.86601	69.4238	2.40472	6.12213	2.38997	
S5	yes										
S4	no										
CA	yes										
NE	yes										
AT	no										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	1.37457E-5	8.58784E...	1.0	1.0	0.00185189	0.0148988	0.999949	0.975309	1.00171E-9	8.58784E...	
yes	0.999986	1.0	6.5174E-9	3.28327E-9	0.998148	0.985101	5.11659E-5	0.0246907	1.0	1.0	
Experience	5.10418	1.9119	10.2807	3.16041	7.65318	1.57854	5.35952	2.36838	5.07646	1.89463	
S5	yes										
S4	no										
CA	no										
NE	yes										
AT	no										
S1	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes	no	yes
no	0.999999	1.0	3.55326E-7	0.0148988							
yes	7.46935E-7	3.28327E-9	1.0	0.985101							
Experience	8.99192	3.13187	7.63358	1.56429							