

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação

Cícero Costa Quarto

**EM DIREÇÃO À FORMAÇÃO OTIMIZADA DE GRUPOS
PARA A APRENDIZAGEM COLABORATIVA**

Porto Alegre
2016.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação

**EM DIREÇÃO À FORMAÇÃO OTIMIZADA DE GRUPOS
PARA A APRENDIZAGEM COLABORATIVA**

Cícero Costa Quarto

Tese submetida à avaliação,
como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor
em Informática na Educação

Profa. Dra. Magda Bercht
Orientadora

Prof. Dr. Cláudio Simon Hutz
Co-orientador

Porto Alegre
2016.

CIP - Catalogação na Publicação

Quarto, Cícero
EM DIREÇÃO À FORMAÇÃO OTIMIZADA DE GRUPOS PARA A
APRENDIZAGEM COLABORATIVA / Cícero Quarto. -- 2016.
167 f.

Orientadora: Magda Bercht.
Coorientador: Cláudio Simon Hutz.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares
em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-
Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-
RS, 2016.

1. Aprendizagem Colaborativa. 2. Formação de
Grupos. 3. Variáveis Psicológicas Positivas. 4. SMA-
HERMES. I. Bercht, Magda, orient. II. Hutz, Cláudio
Simon, coorient. III. Título.



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 SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
 CICERO COSTA QUARTO**

As quatorze horas do dia seis de setembro de dois mil e dezesseis, na sala 329 do PPGIE/CINTED, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Rosa Maria Vicari, Denise Balarine Cavalcheiro Leite e Cláudia Lage Rebelo da Motta, para a análise da defesa de Tese intitulada "Em Direção à Formação Orientada de Grupos para a Aprendizagem Colaborativa", do doutorando do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação Cicero Costa Quarto, sob a orientação da Prof. Dr. Magda Berchi e coorientação do Prof. Dr. Cláudio Simon Hutz. A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinado.

Considera a Tese aprovada

sem alterações;

e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e mudanças as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da banca;

Considera a Tese reprovada.

Considerações adicionais (a critério da banca):

ÓTIMA E RELEVANTE E ATUAL. A BANCA SUJEITOU
A BANCADA A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS CONSIDERANDO
QUALIDADE AL TEÓRICO E OS TRABALHOS RELACIONADOS
A ANÁLISE REALIZADAS.

Porto Alegre, 06 de setembro de 2016.

Prof. Dr. Magda Berchi
 Presidente e Orientadora

Prof. Dr. Cláudio Simon Hutz
 Coorientador

Prof. Dr. Rosa Maria Vicari
 PPGIE/UPRS

Prof. Dr. Denise Balarine C. Leite
 PPGIE/UFRSS

Prof. Dr. Cláudia Lage Rebelo da Motta
 UFRJ

DEDICATÓRIA

(Em memória de Cícero Santos Costa e Benedita Rocha Costa, meus pais
e de Cícero Costa Terceiro, meu irmão)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida. Em memória dos meus pais, Cícero Santos Costa e Benedita Rocha Costa pela minha educação e formação para a vida e do meu irmão Cícero Costa Terceiro que nos deixou um exemplo de humildade e solidariedade.

Aos meus irmãos, companheiros de vida.

À minha filha Ana Luiza a quem deixo o testemunho da minha busca incessante pela aquisição e construção do conhecimento.

À minha amada esposa Valdimary Melo Corrêa, pelo constante apoio e motivação ao longo desta jornada.

Aos meus mentores, a orientadora Magda Bercht, exemplo de magnificência de conhecimentos e co-orientador Cláudio Simon Hutz, o meu eterno agradecimento por todos os ensinamentos, orientações, incentivos, parcerias e acolhimento.

Aos professores do PPGIE/UFRGS, pelos enriquecedores conhecimentos e sugestões.

Meu agradecimento especial à professora Léa Fagundes, incansável e motivada na sua prática docente à luz de Jean Piaget.

Ao professor Valdeni de Lima pelas suas incessantes orientações e ponderações como coordenador geral do DINTER UFRGS-UFMA-UEMA.

Aos professores Henrique Mariano e Ademir Martins pela exemplar condução operacional do DINTER UFRGS-UFMA-UEMA.

Aos professores amigos Edson Nascimento e Nécio de Lima Veras a minha eterna gratidão pelas riquíssimas colaborações técnicas.

Ao amigo professor Sofiane Labidi a minha imensurável gratidão por tudo.

À CAPES pela bolsa de doutoramento para o desenvolvimento da tese.

Aos colegas funcionários do CINTED e PPGIE pelo suporte técnico e logístico no desenvolvimento da tese.

Agradeço de coração, por fim, a todos aqueles que, de alguma forma abraçaram a minha ideia de pesquisa, me ajudaram a conduzir esta tese, presentes do início ao fim, sem medir esforços de tempo e espaço, contribuindo para a conclusão da minha pesquisa de tese.

“Por três caminhos se chega à virtude: pela reflexão, que é o mais nobre; pela imitação, que é o mais fácil e pela experiência que é o mais amargo.” (Confúcio).

RESUMO

A presente tese consiste numa investigação teórica-experimental quali-quantitativa de caráter interdisciplinar, que busca compreender de que maneira combinações de perfis de alunos, baseado na sua própria avaliação de comportamento psicológico (perfis de autorrelatos) esperança, autoestima e autoeficácia, são mais adequadas na promoção da aprendizagem colaborativa mais efetiva, assim como no desenvolvimento de um modelo de tecnologia baseado em agentes, denominado Sistema-Multiagente Hermes (SMA-Hermes), capaz de apoiar a formação otimizada de grupos para a aprendizagem colaborativa. A metodologia de pesquisa contempla três experimentos realizados no AVEA MOODLE/CINTED/UFRGS, a partir dos quais valida-se o modelo SMA-Hermes concebido. A amostra utilizada nos experimentos foi composta de trinta e seis alunos (faixa etária média de dezoito anos), do curso de Engenharia de Computação, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), referente às disciplinas de Matemática Discreta e Estrutura de Dados Avançados. Considerando os perfis de autorrelatos dos alunos, composições de grupos de forma aleatória (randômica), pelo sistema (a partir da formação desejada pelo professor) e livre (os alunos escolhem seus próprios pares) foram testadas. Variáveis como *PMOA* (Pontuação Máxima Obtida na Atividade), *TRA* (Tempo de Realização da Atividade) e *PCGj* (Potencial de Colaboração de Grupo) foram criadas, de modo a expressarem ou predizerem os comportamentos colaborativos dos grupos. Ao final dos experimentos foi aplicado um teste sociométrico com o objetivo de identificar afinidades sociais em função dos perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia dos alunos. Os resultados se mostram satisfatórios em relação à melhoria dos desempenhos de grupos em contextos de aprendizagem colaborativa quando se considera a tupla (*PCGj*; *PMOA*). Constatou-se, também, através dos resultados, que os melhores desempenhos de grupos colaborativos foram alcançados através de formações de grupos de forma aleatória, ressaltando que mesmo o mínimo desempenho de grupo obtido por meio desta formação ainda assim foi positivo. Do teste sociométrico aplicado, pode-se extrair características preponderantes dos pares afins, de forma que estas informações auxiliem no desenvolvimento de um modelo ontológico de colaboração e assim apoiar na definição de *Papéis do aluno Vs. Perfis de autorrelatos* para contextos de aprendizagem colaborativa.

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa. Formação de Grupos. Variáveis Psicológicas Positivas. SMA-HERMES.

ABSTRACT

This thesis consists of a theoretical-experimental quali-quantitative research that seeks to understand how combinations of student profiles, based on their own evaluation of psychological behavior (self-report profiles), hope, self-esteem and self-efficacy, are more suitable in promoting more effective collaborative learning, as well as in the development of an agent-based technology model, called Hermes Multi-Agent System (Hermes-MAS), capable of supporting the optimized groups formation for collaborative learning. The research methodology includes three experiments carried out in MOODLE / CINTED / UFRGS VLE, from which the conceived Hermes-MAS model is validated. The sample used in the experiments was composed of thirty-six students (18 years of average age range), from the State University of Maranhão (UEMA), all of which were attending the same Discrete Mathematics and Advanced Data Structure classes. Considering the students self-report profiles, group compositions in a random system (based on the teacher's desired formation) and free (where students chose their own peers) were tested. Variables such as *MSOA* (Maximal Score Obtained in the Activity), *ART* (Activity Realization Time) and *GCP_j* (Group Collaboration Potential) were established in order to express or predict the group's collaborative behaviors. At the end of the experiments, a sociometric test was applied with the objective of identifying social affinities according to the self-report profiles hope, self-esteem and self-efficacy of the students. The results are satisfactory in relation to the improvement of group performances in collaborative learning contexts when considering the tuple (*GCP_j*; *MSOA*). It was also verified through the results that the best performances of collaborative groups were achieved through group formations in a random manner, emphasizing that even the minimal group performance obtained through this training was still positive. From the applied sociometric test, one can extract preponderant characteristics of the related pairs, so that this information helps in the development of an ontological model of collaboration and thus supports the definition of *Student roles Vs. Self-report profiles* for collaborative learning contexts.

Keywords: Collaborative Learning. Group composition. Positive psychological variables. SMA-HERMES.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ação mediada por artefatos.....	39
Figura 2: Atividade em sociedade.	40
Figura 3: Modelo de atividade	41
Figura 4: Modelo 3C de Colaboração.	42
Figura 5: Posicionamento dos sistemas colaborativos no espaço 3C.	43
Figura 6: Trabalho em grupo como composição de padrões de colaboração	43
Figura 7: Estágios do Modelo de Tuckman.	45
Figura 8: Exemplo de ontologia.....	47
Figura 9: Principais elementos e ligações da ontologia de colaboração.....	48
Figura 10: Ontologia sobre formação de grupos.	49
Figura 11: Interação do agente/ambiente por meio de sensores e atuadores.	51
Figura 12: Campos de aplicações de agentes autônomos.	52
Figura 13: Arquitetura de um agente reativo simples.	53
Figura 14: Representação abstrata de um artefato ambiental de um agente.....	56
Figura 15: Estrutura de um Sistema Multiagente.	59
Figura 16: Visão geral do método Prometheus AEOLus.	61
Figura 17: Mapa conceitual das fases metodológicas da pesquisa.....	66
Figura 18: Mapa conceitual metodológico detalhado da fase construtiva.....	67
Figura 19: Arquitetura geral do SMA-Hermes.....	69
Figura 20: Estruturas internas do agente AMPAR.....	70
Figura 21. Interfaces do SMA-Hermes.	71
Figura 22: Diagrama de metas baseado em aprendizagem colaborativa.....	75
Figura 23: Legenda do Diagrama de Funcionalidades da metodologia Prometheus.....	76
Figura 24: Diagrama de funcionalidades do SMA-Hermes.	76
Figura 25: Diagrama de Cenários do SMA-Hermes.	80
Figura 26: Diagrama de Acoplamento de Dados do SMA-Hermes.	82
Figura 27: Diagrama de Agente-Funcionalidade do SMA-Hermes.....	83
Figura 28: Protocolo de formação de grupos do SMA-Hermes.	86
Figura 29: Diagrama da estrutura global do SMA-Hermes.	88
Figura 30: Percepções do agente AMPAR quando executado e seu código-fonte.....	89
Figura 31: Ações do agente AMPAR sobre a BDPAA.....	90
Figura 32: Interface do agente AMPAR com o feedback do perfil de autorrelato.	90
Figura 33: Algoritmo de percepções/ações do agente AMPAR	93
Figura 34: Tela da ferramenta Jason para programação de agentes.....	94
Figura 35: Recursos do AVEA para avaliar participantes de cursos EaD online.	102
Figura 36: Frequências dos autorrelatos de alunos – Experimentos 1 e 2.	111
Figura 37: Frequências de perfis de autorrelatos da amostra (Experimento 3).	112
Figura 38: Frequências de autorrelatos médio dos grupos – Experimento 1.	112
Figura 39: Frequências de autorrelatos médio dos grupos – Experimento 2.	113
Figura 40: Modelo abstrato da ontologia de colaboração modelada em árvore.	128
Figura 41: Percurso em árvore para a ontologia de colaboração de um AlNY.....	129
Figura 42: Uma ontologia de colaboração.	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características do indivíduo Vs. Níveis de autorrelatos.	33
Tabela 2: Perfis de autorrelatos Vs. Percentis	34
Tabela 3: Exemplo do perfil de autorrelatos Vs. Percentis do K-ésimo aluno.	35
Tabela 4: Comparativo entre os Trabalhos relacionados Vs. Referente Tese.	64
Tabela 5: Conjunto de metas e submetas relevantes do SMA-Hermes.....	75
Tabela 6: Utilização de Componentes de Mineração de Dados.	80
Tabela 7: Cenário Reconfiguração de grupos colaborativos.....	81
Tabela 8: Descritor AAln.....	83
Tabela 9: Descritor AProf.	84
Tabela 10: Descritor AgenteMensuraAutorrelatos (AMPAR).	84
Tabela 11: Descritor AgenteMensuraFitnessAutorrelatos (AMFAR).	84
Tabela 12: Descritor AgenteAvaliadorColaboração (AACG).....	85
Tabela 13: Descrição dos componentes do diagrama global do SMA-Hermes.	88
Tabela 14: Atividade de aprendizagem colaborativa Projetos – Experimento 3	104
Tabela 15: Esquema de Banco de Dados	105
Tabela 16: Representação abstrata do modelo tabular da avaliação da aprendizagem colaborativa adotada nos experimentos da tese.....	107
Tabela 17: Perfis de autorrelatos da amostra de alunos – Experimentos 1 e 2.	108
Tabela 18: Perfis de autorrelatos da amostra de alunos – Experimento 3.....	110
Tabela 19: Formação de grupo de forma livre – Experimento 1.	113
Tabela 20: Formação de grupo pelo sistema – Experimento 2.....	115
Tabela 21: Autorrelatos do grupo Marte – formação livre (Experimento 3).....	115
Tabela 22: Autorrelatos do grupo Vênus – formação livre (Experimento 3).....	116
Tabela 23: Experimento 1 – formação de grupo de forma aleatória.....	116
Tabela 24: Experimento 2 – formação de grupos pelo sistema.....	117
Tabela 25: Autorrelatos e variáveis de desempenho.....	117
Tabela 26: Formação de grupos pelo sistema (Experimento 3).....	118
Tabela 27: Formação livre (Experimento 3).	118
Tabela 28: Teste Sociométrico aplicado ao final dos Experimentos 1 e 2.	122
Tabela 29: Papéis do aluno Vs. Perfis de autorrelatos do aluno.	126

LISTA DE SIGLAS

ABED	Associação Brasileira de Educação a Distância
AOSE	Agent-Oriented Software Engineering
AVEA	Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem
CSCL	Computer-Supported Collaborative Learning
CW	<i>Cooperative Work</i>
ISLS	<i>International Society of the Learning Sciences</i>
STI	Sistemas Tutores Inteligentes
SMA	Sistema Multiagentes
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

A_k	K-ésimo aluno
i	linha que o elemento ocupa na matriz
j	coluna que o elemento ocupa na matriz
\equiv	Aproximadamente igual
Σ	Somatório
\leftrightarrow	Equivalência bicondicional
\leq	É menor ou igual que
\geq	É maior ou igual que
\rightarrow, \Rightarrow	Implica
0, 1	Dígitos binários
$=$	Igual
$<$	É menor que
$>$	É maior que

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Esperança.....	147
Apêndice 2: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Autoestima.....	148
Apêndice 3: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Autoeficácia.	149
Apêndice 4: Conteúdos de aprendizagem no MOODLE CINTED/UFRGS.	150
Apêndice 5: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS.....	151
Apêndice 6: Atividades de aprendizagem no MOODLE/CINTED/UFRGS.	152
Apêndice 7: Chat tira-dúvidas no MOODLE/CINTED/UFRGS.	153
Apêndice 8: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS (Experimento 3).....	154
Apêndice 9: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS (Experimentos 1 e 2).	155
Apêndice 10: Atividade de Matemática Discreta Avançada (Experimento 2).	156
Apêndice 11: Especificação do ambiente do agente AMPAR.	157
Apêndice 12: Publicações da Tese.	158

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	160
Anexo 2: Escala de Esperança Disposicional e Normas de Mensuração.....	161
Anexo 3: Escala de Autorrelato Autoestima e Normas de Mensuração.....	162
Anexo 4: Escala de Autorrelato Autoeficácia e Normas de Mensuração.	164

SUMÁRIO

1 CONSTRUINDO O OBJETO DE PESQUISA.....	18
1.1 Contextualização	18
1.2 Motivação.....	23
1.3 A questão de pesquisa	25
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo geral.....	26
1.4.2 Objetivos específicos	26
1.5 Visão geral metodológica da tese	26
1.6 Estrutura organizacional do texto da tese	27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
2.1 Computação afetiva	28
2.1.1 Noções do domínio afetividade.....	29
2.2 Variáveis psicológicas positivas.....	31
2.2.1 Escalas de autorrelatos	33
2.3 Aprendizagem colaborativa.....	35
2.3.1 Teorias e modelos de colaboração	37
2.3.2 Ontologia sobre colaboração	47
2.3.3 Formação de grupos	48
2.4 Agentes e Inteligência Artificial Distribuída.....	50
2.4.1 Agentes	50
2.4.1.2 Ambientes dos agentes	54
2.4.2 Inteligência Artificial Distribuída	57
2.4.3 Metodologias de modelagem de agentes.....	60
2.5 Trabalhos correlatos	62
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	66
3.1 A concepção do modelo de tecnologia	68
3.1.1 A arquitetura geral do modelo.....	68
3.2 A modelagem do SMA-Hermes.....	73
3.2.1 Especificação do sistema.....	74
3.2.2 Projeto arquitetural.....	81
3.3 A implementação do modelo	90
3.3.1 Especificação dos ambientes dos agentes	91
3.3.2 A programação do agente AMPAR	93

4 A VALIDAÇÃO DO MODELO.....	95
4.1 Planejamento e execução de experimentos.....	95
4.1.1 Definição do universo da pesquisa.....	95
4.1.2 Definição das amostras de estudo	95
4.1.3 Coleta de dados	97
4.1.4 Mensuração dos perfis de autorrelatos	97
4.1.5 Formação de grupos	97
5 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	108
5.1 Perfis de autorrelatos de alunos.....	108
5.2 Distribuição de frequência de autorrelatos.....	111
5.3 Perfis de autorrelatos de grupos	113
5.4 Desempenhos de grupos Vs. Perfis de autorrelatos Vs. (PCGj, PMOA, TRA)	116
5.5 Previsão linear de colaboração de grupos Vs. Perfis de autorrelatos	118
5.6 Afinidades sociais Vs. Perfis de autorrelatos	121
5.7 Papéis de alunos Vs. perfis de autorrelatos	126
6 ANÁLISE E DISCUSSÕES DE RESULTADOS	127
7 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	132
7.1 Perspectivas de trabalhos futuros	135

1 CONSTRUINDO O OBJETO DE PESQUISA

A pesquisa é um procedimento reflexivo e crítico de busca de respostas para problemas ainda não solucionados (SILVA e MENEZES, 2005). Considerando a assertiva dos autores supracitados, esta pesquisa se inicia na construção de seu objeto de investigação, de forma a subsidiar sistematicamente as suas soluções. Portanto, este capítulo contém a contextualização da grande área foco de estudo, a motivação para tal, a formulação da questão de pesquisa, seus objetivos (geral e específicos), a estrutura organizacional da pesquisa e a visão geral da metodologia a ser usada.

1.1 Contextualização

Nas primeiras experiências de Educação a Distância (EaD) que incorporaram as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), nos chamados "cursos pdf *on-line*", os conteúdos eram formatados em textos e a ação do aluno se limitava em responder a questões para a compreensão da leitura. Com a vivência dos alunos e docentes no acesso à informação na Internet, a navegação em diferentes *sites*, a presença de hipertextos e hipermídia, a experiência da aprendizagem no ambiente virtual se ampliou. A presença das redes sociais com a exploração da comunicação e da substituição da passividade do leitor/observador para o dinamismo do autor/produtor/editor trouxe modificações na configuração das ações educativas (Censo EaD.BR2012¹) (Censo EaD.BR2014²) (COGO, 2006).

Do Censo EaD.BR2012, tem-se que, em relação aos principais pontos fortes e fracos, as instituições formadoras de cursos de educação a distância, credenciadas pelo Conselho Nacional de Educação para ministrar cursos de EaD nos níveis de graduação e pós-graduação, participantes informaram que os educandos consideram as situações oferecidas para o ensino individual como os pontos fortes do curso (conteúdo com 69% das indicações, recursos com 41% das indicações e tutoria com 54% das indicações) e que os educandos consideram como pontos fracos as situações que envolvem grupo, ou seja, que pressupõem a participação e na interação com colegas e docentes no uso de

¹ Disponível em: <http://www.abed.org.br/site/pt/midiateca/censo_EaD/> Acessado em 18 mai. 2016.

² Disponível em: <http://www.abed.org.br/censoead2014/CensoEAD2014_portugues.pdf> Acessado em 26 jul. 2016

ferramentas tanto síncronas (*chat*, com 44% das indicações) como assíncronas (*fórum*, com 31% das indicações).

Evasão dos estudantes (14%), desafios organizacionais de uma instituição presencial que passa a oferecer EaD (12%) e os custos de produção dos cursos (10%) são apontados pelos censos (EaD.BR³2012) (EaD.BR2014) como os principais obstáculos enfrentados pela modalidade EaD no Brasil. Dos censos, tem-se que a evasão dos estudantes é justificada por estes não terem tempo para estudar ou participar do curso (23,4%), a falta de adaptação à metodologia (18,3%) e o aumento de trabalho (15%). Já do Censo EaD.BR2012, tem-se das instituições formadoras que os principais pontos fortes apontados pelos educandos nas avaliações dos cursos foram o **conteúdo do curso** (69%), o **acompanhamento da tutoria** (54%) e os **recursos didáticos** utilizados (41%). Em relação aos pontos fracos, os mais citados foram a participação em *chat* (44%), a **interação com os colegas** (42%) e a **participação no fórum** (31%). Baseado neste contexto, o Censo EaD.BR2012 afirma que os participantes consideram as situações oferecidas para o ensino individual como os pontos fortes do curso (conteúdo, recursos e tutoria), mas que consideram, como pontos fracos, as situações que envolvem interação com colegas e docentes por meio de ferramentas tanto síncronas como o *chat*, quanto assíncronas como o *fórum*.

Os Censos (EaD.BR2012) (EaD.BR2014) identificaram que aspectos como **pressupostos de aprendizagem** e a **intensidade das interações** devem ser levados em consideração, de forma que as estratégias psicopedagógicas de aprendizagem em EaD sejam alcançadas satisfatoriamente. De acordo com os censos, pressupostos de aprendizagem são a atividade mental do educando, suas capacidades cognitivas básicas, seus conhecimentos prévios, seus diferentes estilos de aprendizagem, suas motivações, suas metas e seus interesses. Já em relação ao aspecto de intensidade das interações, ou seja, a frequência do uso de recursos tecnológicos de comunicação entre educando/professor e educando/educando, os censos identificaram que o *e-mail* e o *fórum* foram os recursos de comunicação mais utilizados em relação aos demais, ou seja, *chat*, *Skype*, *blog*, *redes sociais*, *listas* e *wikis*).

³ Mapeamento, realizado pela ABED, para a compreensão do cenário da EaD no Brasil e apontar tendências do setor.

Os estudos de Wessner e Pfister (2001) constataram que a aprendizagem colaborativa já tinha sido comprovada ser um método de sucesso em sala de aula tradicional, e que no campo da CSCL (sigla em inglês de *Computer-Supported Collaborative Learning* – Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador) se tornaria uma estratégia importante. Entretanto, a maior parte dos cursos baseados na *Web*⁴ ainda aderiam à metodologia de aprendizagem individual, isto é, o aluno trabalhava individualmente através de páginas HTML preenchidas com textos, fotos e várias melhorias multimídia. A comunicação e colaboração com outros alunos era geralmente arbitrário; na melhor das hipóteses, um AVEA (Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem) provia, em geral, ferramentas tais como sessões de bate-papo ou *Newsgroups*⁵ para discussões dos conteúdos do curso (WESSNER e PFISTER, 2001).

Lopes (2007) enfatiza que a modalidade EaD apoiada por TICs dispõe das ferramentas de *e-mail*, *chat*, *fóruns*, grupos de discussão, sistemas de conferências, entre outras, transformando-se em um espaço de aprendizagem interativa e *online*. Ainda para Lopes (2007), com estas características a aprendizagem a distância muda de perfil e passa a ter suas potencialidades ampliadas, e conclui que neste contexto, emerge um importante aspecto, a existência de interatividade⁶.

Em Ounnas et al. (2008); Citadin et al. (2014), tem-se que a formação de grupos para a aprendizagem colaborativa é uma tarefa importante, pois deve apoiar a efetiva interação dos membros de um grupo. Ainda nos estudos destes autores é descrito que pode parecer uma tarefa simples a formação de grupos, mas torna-se complexa à medida que cresce o número de alunos e/ou os critérios definidos para o agrupamento. Em Cruz e Isotani (2014), encontra-se que a formação inadequada dos grupos pode desmotivar os alunos e dificultar o processo de aprendizagem. Barkley et al. (2005); Medina et al. (2013) chamam atenção para o projeto de colaboração⁷, o qual é fundamental para atingir as metas de aprendizagem desejadas. Já Costaguta e Menini (2014) afirmam que os alunos expressam sua ação quando confrontados com as diferentes atividades realizadas como membros de um grupo. Os supracitados autores concluem que este comportamento

⁴ Disponível em: <[World Wide Web. Acessado em 18 dez. 2016.](#)>

⁵ Disponível em: <[Repositório pioneiro de postagens de conteúdos em rede acessados via fóruns. Acessado em 18 dez. 2016.](#)>

⁶ Caráter ou condição de interativo. Capacidade (de um equipamento, sistema de comunicação ou de computação, etc.) de interagir ou permitir interação (FERREIRA, 2008)

⁷ Projetos que envolvem colaboração; interação; intercâmbio; troca; trabalhos feitos em conjunto, de forma coletiva; desenvolver trabalhos e/ou propiciar comunicação, interação e produção (BRUNET, 2009).

particular não só descreve uma maneira de colaborar, mas também alguma inclinação em direção a um estilo de aprendizagem específica.

Em Seeber et al. (2012), tem-se que a colaboração descreve um esforço conjunto para atingir uma meta de grupo e parece estar correlacionada com o sucesso e sustentabilidade de uma organização e concluem que quando as pessoas residem em algum tipo de ambiente colaborativo, as despesas de planejamento, pesquisa, treinamento e outras atividades de desenvolvimento podem ser reduzidas, resultando em redução de custos e eficiência, bem como no aumento da qualidade.

Costaguta e Menini (2014) ressaltam que a colaboração leva a resultados positivos quando os membros do grupo dão e recebem apoio, compartilham recursos, negociam com seus pares, constroem conhecimentos, adquirem habilidades, resolvem conflitos e articulam entre si habilidades interpessoais. Medina et al. (2013) chama atenção que em estratégias CSCL, os membros do grupo devem ter **características adequadas**⁸ para alcançarem uma interação proveitosa e resolverem as tarefas acadêmicas com sucesso. Em Seligman e Csikszentmihalyi (2000); Paludo e Koller (2007), tem-se que um novo ramo da Psicologia, denominado Psicologia Positiva, vem oferecer nova abordagem às potencialidades e virtudes humanas, estudando as condições e processos que contribuiriam para a prosperidade dos indivíduos e comunidades, como, por exemplo, esperança, criatividade, coragem, sabedoria, espiritualidade, autoestima e felicidade.

Das estatísticas e desafios identificados e apresentados pelos censos (Censo EaD.BR2012) (Censo EaD.BR2014), assim como dos estudos dos cientistas da aprendizagem descritos nesta seção, pode-se observar, apesar do desenvolvimento e aplicação da EaD, ainda há obstáculos e lacunas que necessitam serem superados e preenchidos para que essa modalidade de ensino e aprendizagem efetive sua potencialidade na formação dos alunos. Dentre estes obstáculos apresentados nesta seção, pode-se listar os que seguem: a) formação de grupos mais adequados para a aprendizagem colaborativa, b) melhores perfis de alunos para a aprendizagem colaborativa e c) estratégias psicopedagógicas sejam alcançadas satisfatoriamente.

Portanto, é a partir destes desafios supracitados que esta tese vem contribuir na solução dos problemas enfrentados pela EaD, através de uma perspectiva de um processo de ensino e aprendizagem mais alicerçado e desenvolvido baseado no trabalho mais

⁸ Grupos homogêneos e/ou heterogêneos ou mesclados, considerando, por exemplo, as habilidades cognitivas dos alunos. Na Seção 2.5, “Trabalhos relacionados”, esse tópico é melhor descrito.

colaborativo que individual. Para tal contribuição de um processo educacional mais eficaz, pautado em uma estratégia pedagógica de aprendizagem colaborativa, a respectiva pesquisa de tese articula saberes das áreas de **Psicologia Positiva, Educação e Ciência da Computação**. A articulação entre os três saberes subsidia as demandas para a *concepção, modelagem e implementação* do modelo de tecnologia para apoio educacional proposto no auxílio à formação otimizada de grupos para a aprendizagem colaborativa.

O ramo hoje conhecido como Psicologia Positiva é a ciência da experiência positiva subjetiva, dos traços individuais positivos e instituições positivas que procura melhorar a qualidade de vida, vindo esta trazer para este novo século, contribuições para o entendimento científico e para intervenções em indivíduos, famílias e comunidade (SELIGMAN e CSIKSZENTMIHALYI, 2000). Corroborando com essa assertiva, Seligman et al. (2005) enfatiza que a Psicologia Positiva é um termo guarda-chuva para o estudo dos afetos em geral, das características individuais e das instituições positivas (grupos, comunidades e culturas) centrado na prevenção e na promoção da saúde mental dos indivíduos. Portanto, no que tange à **Psicologia Positiva**, a incursão desta tem por justificativa subsidiar a investigação das características positivas do aluno que sejam as mais adequadas na potencialização da aprendizagem de grupos colaborativos. Para tal, trabalhos como Rosenberg (1989); Staats (1989); Bandura (1997); Seligman e Csikszentmihalyi (2000); Paludo e Koller (2007) e Hutz et. al. (2014) são explorados.

Da **Educação**, os estudos de Roschelle e Teasley (1995); Dillenbourg (1996; 1999; 1999b); Damásio (2000); Donald (2002); Boeher et al. (2007); Coll e Monereo (2010); Fuks et al. (2011); Moran (2013) e Putze e Schultz (2014) são considerados. Na visão destes estudiosos da educação, estamos em uma etapa de profundas mudanças na transição para a sociedade da informação, que afetam o processo de ensino e aprendizagem, exigindo de organizações, professores e alunos a encontrarem novos modelos de educação em todas as situações. Dos estudos de Fuks et al. (2011), em especial, a tese explora as teorias e modelos de colaboração, os quais fornecem uma visão sobre como e porque as pessoas trabalham em grupo através da Teoria da Atividade, o Modelo 3C de colaboração, Padrões de Colaboração e o Modelo de Tuckman sobre o Desenvolvimento de Grupo. De acordo com Fuks et al. (2011), as teorias e modelos de colaboração nos apoiam a analisar o trabalho em grupo para que possamos selecionar e projetar sistemas colaborativos.

Por último, da área de **Ciência da Computação**, a pesquisa se beneficia da área Inteligência Artificial, mais especificamente fundamentos de Computação Afetiva,

Agentes e Sistemas Multiagentes. Para Chatzara et al. (2012), comunicação afetiva é relevante na aprendizagem uma vez que pode apoiar e oferecer um sentido de suporte quando ocorrerem afetos negativos. Silva e Figueiredo (2012) consideram que no ensino presencial o professor consegue “sentir” a turma, tanto na dimensão de entendimento dos conteúdos como dos estados afetivos que estão se apresentando, e assim, pode alterar a sua didática. Porém, verificar a dimensão afetiva⁹ dos alunos em *e-Learning*¹⁰, exige muito mais do professor visto a falta do presencial, sendo toda a informação transcrita em grande volume de dados oriunda de interações produzidas nestes ambientes. Aplicações *e-Learning* referem-se a todos os artefatos que apoiam o ensino e a aprendizagem, como Objetos de Aprendizagem (OA), Sistemas Tutores Inteligentes (STI), AVEA. Muitos destes artefatos se apoiam em tecnologia de agentes que são usados para nomear desde processos simples até grupos ou conjuntos de *hardware* e/ou *software* complexos, mas todos denotando uma entidade para executar uma tarefa ou um conjunto destas, autônoma ou semi-autonomamente (BERCHT, 2001). Corroborando com a assertiva de Bercht (2001), em Cunha et al. (2002); Campana et al. (2008), tem-se que o uso da tecnologia de agentes de *software* se apresenta como uma estratégia promissora para ser aplicada aos desafios dos ambientes educacionais modernos que estão cada vez mais influenciados por tecnologias como Internet e Inteligência Artificial.

Diante a essa descrição de saberes, considera-se que esta demanda computacional se justifica para apoiar a concepção e implementação do modelo de tecnologia de apoio educacional para a formação de grupos focando a aprendizagem colaborativa. Referências como Picard (1997); Ellwanger et al. (2014); Bleuler e Zinkin (1996); Donald (2002); Russell e Norvig (2013); Wooldridge e Jennings (1995); Wooldridge (2000); Padgham e Winikoff (2004); Bordini e Vieira (2003) e Ricci et al. (2009; 2011) são estudadas.

1.2 Motivação

Pesquisas sobre parâmetros para estimação e reforço de aprendizagem colaborativa têm sido conduzidas e vários esquemas adaptativos desenvolvidos (ex.

⁹ Dimensão afetiva nada mais é que o afeto que se está olhando: pode ser uma emoção ou um estado de ânimo, por exemplo a motivação, o estado de desânimo, a raiva e seus derivados... (BERCHT, 2001).

¹⁰ Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2896/1/06MariaGomes.pdf>>. Acessado em 18 dez. 2016.

novos *softwares* e aplicações) objetivando incorporá-los em sistemas que se adaptem às características de aprendizagem de cada aluno (STAHL et al., 2006) (REIS et al., 2015a). A formação de grupos tem sido estudada por décadas em diferentes áreas como Psicologia, Sociologia e Educação e pode ser feita de diferentes maneiras e considerando diferentes abordagens, critérios e características ou dados dos estudantes (OWENS et al., 1998).

Como enfatizado por Dillenbourg (2002), formar grupos sem considerações cuidadosas muitas vezes provoca problemas como a participação desproporcional de indivíduos, desmotivação e resistência ao trabalho de grupo. De acordo com So e Brush (2008), apesar das importantes contribuições dos trabalhos em CSCL, pesquisas na literatura destacam problemas relacionados à resistência e desmotivação dos alunos para trabalhar em grupo. Para estes autores, isso está associado à percepção dos alunos sobre o quanto eles pertencem ao grupo e estão conectados aos demais colegas, influenciada, ao mesmo tempo, pela ligação afetiva entre os alunos no trabalho em grupo, sendo este elemento visto como um dos fatores críticos que afetam a motivação dos alunos e o engajamento na colaboração. Corroborando com essa assertiva, Ounnas et al. (2008) destaca que diferentes abordagens têm sido desenvolvidas para ajudar os professores a distribuir os alunos em grupos com base em um conjunto de restrições. No entanto, considera ainda este autor, que as ferramentas existentes muitas vezes não conseguem atribuir alunos para determinados grupos, criando um problema conhecido como “*estudantes órfãos*”.

Isotani et al. (2009) enfatiza que a formação de grupo é o primeiro passo para projetar estratégias CSCL, onde os alunos podem aprender e participar de um grupo. Ainda para este autor, pode-se analisar e combinar características como formação cultural, conhecimentos, habilidades, estilos, funções, para criar uma sinergia positiva entre os participantes que vai remeter a interações significativas e melhores situações de aprendizagem.

Coll e Monereo (2010) consideram que é cada vez mais frequente, em todos os níveis educacionais, experiências que tendem a apresentar e organizar as atividades de ensino e aprendizagem, e também as atividades de avaliação, como atividades e tarefas de grupos. Corroborando com essa assertiva, Moran (2013) observa que, do ponto de vista pedagógico, o importante é considerar processos colaborativos, menos hierárquicos e menos formatados, que combinam o melhor dos percursos individuais com momentos de aprendizagem em grupo, de colaboração intensa.

Reis et al. (2014) chama atenção que a aprendizagem em grupo é uma forma de aumentar consideravelmente as chances de um aprendizado mais efetivo, porém a composição de um grupo é uma tarefa complexa devido ao número de variáveis inter-relacionadas envolvidas nesta composição (idade, sexo, habilidades cognitivas, tamanho de grupo, etnias, estilos de aprendizagem). Para esse autor, tem-se que quando o trabalho acontece colaborativamente, as capacidades individuais podem ser complementadas por conhecimentos e experiências de outros membros dos grupos. Além disso, a interação entre pessoas possibilita que os membros do grupo identifiquem inconsistências e falhas em seu raciocínio ao depararem com outros pontos de vista e rendimentos.

A partir dos trabalhos de Kramer e Conoley (1992); Snyder et al. (1996); Bandura (1997); Gillham ((2000); Wessner e Pfister (2001) e Bressler et al. (2011), constata-se que qualidades e características que impulsionam o indivíduo como esperança, autoestima (confiança) e autoeficácia (esforço e persistência) são fortemente enfatizadas no impacto destas variáveis no desempenho educacional do indivíduo.

Motivado pelo contexto descrito nesta seção, esta pesquisa de tese busca contribuir no avanço para as soluções dos desafios demandados por processos educacionais colaborativos já apresentados, tanto do ponto de vista psicopedagógico (formação de grupos) como técnico (implementações computacionais das soluções citadas). Para tanto, a pesquisa é norteada em articular saberes interdisciplinares das áreas de Psicologia Positiva, Educação e Ciência da Computação e assim poder alicerçar-se na busca das respostas e soluções para a sua questão de pesquisa formulada a seguir, assim como seus referidos objetivos.

1.3 A questão de pesquisa

Após a identificação das áreas de pesquisa e do problema envolvendo a formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa, a referente tese se norteia pela seguinte questão de pesquisa:

“Como otimizar formações de grupos para potencializar a aprendizagem colaborativa considerando as características positivas do indivíduo?”

1.4 Objetivos

Os objetivos de uma pesquisa são elaborados para caracterizar o seu alcance e utilizados para delimitar o seu problema. Os objetivos estabelecidos nesta pesquisa de tese são apresentados na forma geral (forma genérica) e objetivos específicos (forma exata) (SILVA e MENEZES, 2005).

1.4.1 Objetivo geral

Investigar a influência de variáveis psicológicas positivas do indivíduo na formação otimizada de grupos para a potencialização de contextos de aprendizagem colaborativa.

1.4.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos são formulados:

- investigar quais variáveis psicológicas positivas do indivíduo são consideradas importantes na formação otimizada de grupos para a potencialização de contextos de aprendizagem colaborativa;
- investigar a colaboração de grupos baseada nas variáveis psicológicas positivas do indivíduo consideradas importantes na formação otimizada de grupos para a potencialização de contextos de aprendizagem colaborativa;
- conceber um modelo de tecnologia de apoio educacional para a formação otimizada de grupos para aprendizagem colaborativa que considera perfis de autorrelatos de alunos;
- desenvolver computacionalmente o modelo de tecnologia de apoio educacional concebido.

1.5 Visão geral metodológica da tese

Com base em Barros e Lehfeld (2007); Flick (2013), esta pesquisa de tese tem características quali-quantitativa quanto à abordagem do problema, experimental e aplicada quanto a sua natureza. Quanto ao tipo de coleta de dados, foram utilizados questionários em forma de escalas de autorrelatos. Quanto à amostra de estudo, tem-se

amostras do tipo probabilística e não-probabilísticas. Três experimentos são realizados no AVEA MOODLE/CINTED/UFRGS, a fim de investigar o impacto de características positivas do indivíduo na formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Para tal, passos metodológicos são estabelecidos, tais como: a) definição da amostra, b) mensuração dos perfis de autorrelatos de alunos, c) preparação da sala virtual no MOODLE, d) formação de grupos, e) atividades de aprendizagem, f) avaliação da aprendizagem colaborativa. Ao final dos experimentos foi aplicado um teste sociométrico com o objetivo de descobrir afinidades sociais baseadas em perfis de autorrelatos dos alunos e assim poder subsidiar a construção de uma ontologia de colaboração baseada em tais perfis do aluno. Recursos computacionais como planilha eletrônica e suas ferramentas estatísticas (tendências lineares, correlação e regressão) são utilizados na tabulação, manipulação e apresentação dos resultados. Os resultados dos experimentos são analisados e discutidos na intenção de formular as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

1.6 Estrutura organizacional do texto da tese

A pesquisa se encontra organizada em mais seis capítulos, a saber. O **Capítulo 2** é reservado para a fundamentação teórica. A metodologia de pesquisa é descrita no **Capítulo 3**. No **Capítulo 4** é apresentada, uma instância do modelo de tecnologia concebido, um protótipo para validação da pesquisa. A apresentação de resultados está reservada no **Capítulo 5**. Análise e discussões de resultados são apresentados no **Capítulo 6**. As conclusões, considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros são apresentadas no **Capítulo 7**.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em Flick (2013), tem-se que fundamentação teórica são os principais conceitos teóricos para os estudos, análise e reflexões, sobre os dados e/ou informações coletadas. A fundamentação teórica não deve se constituir em um “resumo” de obras lidas, mas sim, em uma apresentação das ideias presentes nas obras estudadas, mostrando a relação que possuem com o tema e a questão de pesquisa escolhidos, caracterizando assim um progresso para o estado da arte.

2.1 Computação afetiva

Em Picard (1997), tem-se que *Computação Afetiva* como a área que congrega as pesquisas da aplicabilidade da afetividade em sistemas não-biológicos, ou seja, o uso das emoções e afetos¹¹ em diferentes aspectos nos sistemas computacionais (personalização de interfaces, simulação de sistemas com emoções, pesquisas que envolvem emoções nas interações Homem-Máquina). Bercht (2001) define afetividade como todo o domínio das emoções propriamente ditas, dos sentimentos das emoções, das experiências sensíveis e principalmente da capacidade em se poder entrar em contato com sensações.

Bercht (2006), destaca que, a grosso modo, podemos fazer uma distinção entre dois grandes grupos de sistemas relacionados à Computação Afetiva: a) os que consideram os afetos do usuário, por exemplo um ambiente computacional de ensino e aprendizagem que busca inferir, avaliar e tomar decisões sobre o estado cognitivo-afetivo do usuário (**emoção em máquina**), a partir da observação da interação deste e/ou por outro meio de monitoramento (sensores fisiológicos, por exemplo) e do estudo das emoções através de sistemas; e b) os que consideram a emoção do próprio sistema computacional (**emoção de máquina**), por exemplo, através da simulação de estados emocionais do próprio sistema para regular as emoções, a tomada de decisões e a aprendizagem de um sistema sobre o seu domínio de aplicação, bem como de construção de robôs que pareçam mais reais. Considerando a abordagem de Bercht (2006), esta pesquisa se enquadra no grupo de sistemas que consideram afetos do usuário em máquina,

¹¹ Elemento genérico da afetividade e pode ser uma emoção, sentimento derivado de emoções ou de cognições (BERCHT, 2001).

mais especificamente suas qualidades e características positivas em seus desempenhos de contextos de aprendizagem colaborativa apoiada por computador.

Bleuler e Zinkin (1996), destacam que pesquisas direcionadas a contemplar aspectos afetivos em sistemas computacionais, com frequência, se voltam a verificar como tais sistemas podem ser utilizados para interpretar as emoções provenientes de usuários em processos de interação, como por exemplo sistemas de conhecimento automático de expressões faciais. Esta concepção é decorrente do termo *afetividade*, introduzido por Bleuler e Zinkin (1996), para designar um conjunto de processos emocionais e de maneiras de dotar sistemas a reconhecer, expressar, possuir e desenvolver emoções. Corroborando com essa assertiva, Ellwanger et al. (2014) reforça que a Computação Afetiva tem sido base para diferentes estudos que organizam a disponibilização de conteúdos educacionais em meio digital, agregando pesquisas das áreas da Computação, Psicologia e Neurociência.

2.1.1 Noções do domínio *afetividade*

Picard (1997); Boehner et al. (2007) consideravam que o domínio *afetividade*, empregado pela área da Computação Afetiva, diz respeito ao estabelecimento de afeto e emoções como unidades mensuráveis provenientes dos indivíduos e que se reflete sobre o ambiente e a sociedade em que vivem e considera uso das emoções em diferentes aspectos nos sistemas não-biológicos, desde o controle até a personalização de interfaces, da simulação de sistemas até pesquisas que envolvem emoções nas interações Homem-Máquina. Complementando esse domínio, Putze e Schultz (2014) consideram que a *afetividade* remete a um estado de usuário, um atributo dinâmico que pode mudar ao longo de uma interação. Refere-se à condição cognitiva ou afetiva do usuário que influencia no seu comportamento e desempenho durante a interação, concluem Putze e Schultz (2014).

Donald (2002) descrevia afeto como um termo amplo e genérico, atribuído a um sistema de julgamentos que pode ser consciente ou não. Ainda para este autor, emoção, humor, preferências e sentimentos são subcategorias do afeto. Já sentimento como sendo leituras de registros cerebrais, ou seja, consciência sobre condições e mudanças do estado corporal (tensão muscular, alterações de estados de atenção), enquanto as emoções são experiências conscientes do afeto, com a atribuição de uma causa e do objeto, isto é, são sentimentos interpretados.

Damásio (2000) concebe afeto como um conjunto de fenômenos ou comportamentos, como as *emoções primárias* (medo, alegria, tristeza, raiva, surpresa, repugnância), as *emoções secundárias ou sociais* (ciúme, embaraço, culpa, orgulho, ...), *emoções de fundo* (humor, calma, tensão, ...). Todos esses fenômenos e comportamentos possuem um núcleo biológico comum quanto a serem conjuntos complexos de reações químicas e neurais, com papéis reguladores e conservadores da vida do organismo. Para Damásio (2000), as emoções são induzidas por duas maneiras: (1) quando o organismo processa determinados fatos, situações, ou objetos por meio de seus mecanismos sensoriais e (2) quando a mente evoca certos objetos, situações e os processa por meio de suas representações mentais através do pensamento. Em todas as duas maneiras existem os chamados *indutores de emoções* que dependem da construção cultural e social, bem como individual de cada organismo (DAMÁSIO, 2000).

O ramo hoje conhecido como Psicologia Positiva é a ciência da experiência positiva subjetiva, dos traços individuais positivos e instituições positivas que procura melhorar a qualidade de vida, vindo esta trazer para este novo século, contribuições para o entendimento científico e para intervenções em indivíduos, famílias e comunidade (SELIGMAN e CSIKSZENTMIHALYI, 2000). Corroborando com essa assertiva, Seligman et al. (2005) enfatiza que a Psicologia Positiva é um termo guarda-chuva para o estudo dos afetos em geral, das características individuais e das instituições positivas (grupos, comunidades e culturas) centrado na prevenção e na promoção da saúde mental dos indivíduos.

Dentre as contribuições da Psicologia Positiva, destacam-se a construção de instrumentos de avaliação, modelos de intervenção e aplicação no curso desenvolvimental (SELIGMAN e CSIKSZENTMIHALYI, 2000); (PALUDO e KOLLER, 2007). Corroborando com essa assertiva, Pacico e Bastianello (2014) destacam que ao levar em consideração que um dos objetivos principais da Psicologia Positiva é promover o potencial e o bem-estar humano, pode-se entender que ela pode ser aplicada por meio de intervenções em diversos campos, como o clínico, o escolar e o organizacional.

Motivado pelos fundamentos teóricos e científicos, trazidos através desta seção, acerca da área Computação Afetiva, dos domínios da afetividade e do novo ramo da Psicologia, a Psicologia Positiva, esta tese alicerça sua questão de pesquisa, pela articulação e integração destes saberes supracitados, de forma a subsidiar sua investigação de considerar a influência de afetos, mais especificamente das características positivas do

indivíduo, estes postulados pela Psicologia Positiva, na formação otimizada de grupos para potencializar contextos de aprendizagem colaborativa.

2.2 Variáveis psicológicas positivas

Seligman e Csikszentmihalyi (2000) classificam como variáveis psicológicas positivas a que seguem: bem-estar subjetivo, otimismo, autoestima, esperança, autoeficácia, felicidade e resiliência. Para Snyder et al. (2002); Seligman (2004); Day et al. (2010), as variáveis psicológicas positivas são usadas para medir os níveis individuais dos seres humanos, seu potencial pessoal e acadêmico.

Tierney (1995); Snyder et al. (2002); Bressler et al. (2011) ressaltam que quanto maior forem as pontuações de esperança, os estudantes terão mais inspirações e confiança, assim como lidam com os problemas com foco no sucesso. Já em Snyder et al. (2003), tem-se que os alunos com baixos níveis em esperança fracassam diante a desafios, principalmente porque estes não conseguem processar formas diferentes de sucesso sobre suas barreiras.

Em Seligman e Csikszentmihalyi (2000); Pacico e Bastianello (2014), tem-se que indivíduos que se percebem altamente eficazes ativam esforços suficientes, produzindo resultados excelentes e bem executados. Estes conseguem se automotivar, ter iniciativa, persistência e empenham esforços necessários porque acreditam que podem lidar com eventos de forma satisfatória. Ainda para estes autores, indivíduos que se percebem baixos em autoeficácia têm mais tendência a cessar seus esforços prematuramente e fracassar na execução das tarefas, e concluem que a autoeficácia está relacionada a diversas variáveis, como por exemplo desempenho acadêmico.

Baumeister et al. (2003) observava que a autoestima causaria muitos resultados positivos em desempenho escolar e concluíram que autoestima elevada facilitava a persistência após falhas. Alta autoestima torna as pessoas mais dispostas a falar em grupo e para criticar a abordagem do grupo. Liderança não decorre diretamente da autoestima, mas pode ter efeitos indiretos. Em relação a pessoas com baixa autoestima, aqueles com autoestima elevada mostram mais forte favoritismo em grupo. No geral, os benefícios da autoestima elevada se dividem em duas categorias: *Iniciativa Reforçada* e *Sentimentos Agradáveis* (BAUMEISTER et al., 2003).

Os estudos de Tierney (1995); Seligman e Csikszentmihalyi (2000); Snyder et al. (2002); Baumeister et al. (2003); Bressler et al. (2011); Hutz et al. (2014); Pacico e Bastianello (2014) enfatizam o impacto das variáveis psicológicas positivas esperança, autoestima e autoeficácia no desempenho educacional do indivíduo. Portanto, baseado nesta perspectiva, esta pesquisa considera e investiga a influência destas variáveis na formação otimizada de grupos, de forma a potencializar contextos de aprendizagem colaborativa.

Kramer e Conoley (1992); Gillham (2000); Snyder et al. (2002); Day et al. (2010); Bressler et al. (2011) definem esperança como sendo cognições voltadas para a obtenção de um objetivo, compostas por rotas e agenciamento. O agenciamento é a motivação do sujeito em perseguir a meta a ser alcançada, e as rotas são os caminhos planejados para obter tais objetivos.

Baumeister et al. (2003); Hutz et al. (2014) consideram que a autoestima representa um aspecto avaliativo do autoconceito e consiste em um conjunto de pensamentos referentes a si mesmo. Trata-se, portanto, de uma orientação positiva (autoaprovação) ou negativa (depreciação) de se voltar para si próprio e, nessa concepção, ela é a representação pessoal dos sentimentos gerais e comuns de autovalor. Em Rosenberg (1989); Staats (1989); Mecca et al. (1989), tem-se que a autoestima seja talvez a variável mais crítica que afeta a participação exitosa de um adolescente com outros em um projeto. Já Rosenberg (1989) enfatiza que os adolescentes com baixa autoestima desenvolvem mecanismos que provavelmente distorcem a comunicação de seus pensamentos e sentimentos e dificultam a integração grupal.

Bressler et al. (2011) considera que a autoeficácia envolve a confiança em alcançar metas pessoais/profissionais. De acordo com Bandura (1997), a autoeficácia é a crença na capacidade de reunir recursos cognitivos, motivacionais e comportamentais necessários para a execução de uma tarefa que está no centro do conceito da autoeficácia (e não a realidade em si). Em Pacico et al. (2014), tem-se que quanto mais autoeficaz o sujeito se sente, mais elevada é sua autoestima.

A partir das pesquisas dos teóricos da Psicologia Positiva descritos nesta seção, a Tabela 1 sintetiza as características do indivíduo baseada nos níveis das variáveis psicológicas positivas esperança, autoestima e autoeficácia.

Tabela 1: Características do indivíduo Vs. Níveis de autorrelatos.

Fonte: Autor (2016).

Níveis de Autorrelatos	Características do indivíduo
Esperança Baixa	Os indivíduos com níveis de esperança baixa não usam o <i>feedback</i> de experiências de falhas de forma adaptativa, afim de melhorar os seus desempenhos futuros. São mais propensos a desistirem facilmente diante a desafios, pois não conseguem desenvolver estratégias de enfrentamento eficientes. Possuem perspectivas estreitas e geralmente, só tem uma maneira de aspirar para seus sucessos.
Esperança Alta	Os indivíduos com esperança alta demonstram a não se evadir dos seus propósitos. São mais inspirados e confiantes. Abordam problemas com foco no sucesso. Apresentam bons desempenhos acadêmicos. São indivíduos que preferem "metas de crescimento" que são um pouco mais difíceis do que metas previamente alcançadas. São indivíduos que tem prazer em interagir interpessoalmente. Despertam interesse em ajudar os outros.
Autoestima Baixa	Indivíduos com a autoestima baixa são susceptíveis a desenvolver quadros depressivos em profundidade, percepção de incapacidade e humor negativo.
Autoestima Alta	Indivíduos com autoestima alta são humorados, assim como buscam seus desempenhos acadêmicos de forma positiva. São indivíduos que promovem a confiança para enfrentar os problemas difíceis e capacitar as pessoas para obterem satisfação do progresso e sucesso. São indivíduos que estão mais dispostos a persistir em face a falhas iniciais e menos propensos a sucumbir à paralização de sentimentos de incompetência e de autodúvida. Procuram definir aspirações mais elevadas. Apresentam boas habilidades sociais e bem-estar, assim como possuem percepção de eficácia elevada.
Autoeficácia Baixa	Indivíduos com autoeficácia baixa têm mais tendência a cessar seus esforços prematuramente e fracassam na execução das tarefas.
Autoeficácia Alta	Indivíduos com autoeficácia alta conseguem ativar esforços suficientes que produzem resultados excelentes e bem executados. Conseguem se automotivar (são intrinsecamente motivados). Têm iniciativa, isto é, são pró-ativos. Persistem e empenham esforços necessários porque acreditam que podem lidar com eventos de forma satisfatória. São indivíduos capazes de cumprir suas potencialidades, assim como buscam progressivamente maiores desafios.

2.2.1 Escalas de autorrelatos

Escalas de autorrelatos são instrumentos de avaliação para processo de coleta de informações, às quais auxiliam a conhecer e entender melhor o indivíduo (HUTZ et al.,

2014). Escalas de autorrelatos são uma forma válida e bastante utilizada para avaliar afetos. Nelas os participantes respondem o quanto têm experienciado seus afetos ao longo de um período de tempo (HUTZ et al., 2014). Conforme Zanon e Hutz (2014), escalas de autorrelatos são compostas por conjuntos de itens, dispostos na forma de adjetivos ou sentenças, que descrevem aspectos positivos do indivíduo como emoções positivas ou negativas, a autoestima, o otimismo, a esperança e a autoeficácia. Na Tabela 2 são mostrados os níveis de perfis de autorrelatos do indivíduo em função das faixas de percentis¹² considerando suas variáveis psicológicas positivas esperança, autoestima e autoeficácia. Esta classificação de níveis de autorrelatos foi validada pelo Laboratório de Mensuração, do Instituto de Psicologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Tabela 2: Perfis de autorrelatos *Vs.* Percentis

Fonte: Lab. Mensuração/Instituto de Psicologia da UFRGS.

Faixas de percentil	Níveis de autorrelatos do indivíduo
< 30%	Baixo (B)
≥ 30% e < 40%	Médio Baixo (MB)
≥ 40% e < 60%	Médio (M)
≥ 60% e < 70%	Médio Alto (MA)
≥ 70%	Alto (A)

No contexto desta pesquisa, para as mensurações das variáveis psicológicas positivas esperança, autoestima e autoeficácia dos indivíduos (alunos), foram utilizadas as escalas de Esperança Disposicional (Pacico e Bastianello, 2014) (Anexo 2), a Escala de Autoestima de Rosenberg (Hutz et al., 2014) (Anexo 3) e a Escala de Autoeficácia Geral (Pacico et al., 2014) (Anexo 4). As respectivas escalas foram validadas pelo Laboratório de Mensuração¹³, do Instituto de Psicologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Estas escalas, juntas com o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) (Anexo 1) foram implementadas computacionalmente e disponibilizadas *online*¹⁴ através de uma ferramenta de *software* denominada de AMPAR (Agente de Mensuração de Perfis de AutoRrelatos). A ferramenta AMPAR é descrita em detalhes nos Capítulos 2 e 3, fundamentação teórica e metodologia de pesquisa, respectivamente.

¹² Disponível em: <[São uma medida estatística que reflete ...](#)>. Acessado em 18 dez. 2016.

¹³ Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/psico-laboratorio/>>. Acessado em 18 dez. 2016.

¹⁴ Disponível em: <www.lte.engcomp.uema.br/smahermes>. Acessado em 18 dez. 2016.

No contexto desta tese, por definição, um aluno tem seu perfil de autorrelato representado em uma estrutura matricial definido pelas variáveis *esperança* (*esp*), *autoestima* (*aes*) e *autoeficácia* (*aef*). Por exemplo: o *k*-ésimo aluno tem a representação vetorial do seu perfil $A_k = (esp_{ij}; aes_{ij}; aef_{ij})^T = (esp(1,2); aes(2,1); aef(3,5))^T$, portanto, $A_k = (MB; B; A)^T$. A Tabela 3 exemplifica esta definição.

Tabela 3: Exemplo do perfil de autorrelatos *Vs.* Percentis do *K*-ésimo aluno.

Fonte: Autor (2016).

	Níveis de autorrelatos (<i>j</i>)				
	B	MB	M	MA	A
Autorrelatos (<i>i</i>)					
<i>esp</i>		•			
<i>aes</i>	•				
<i>aef</i>					•

2.3 Aprendizagem colaborativa

Vivacqua e Garcia (2011) consideram que uma equipe, trabalhando em sinergia, atinge resultados melhores do que uma pessoa trabalhando individualmente. Ainda para estes autores, para lidar com a grande quantidade de informação e a multiplicidade de domínios, as pessoas se tornam cada vez mais especializadas, com habilidades e conhecimentos distintos. Resolver um problema complexo muitas vezes requer uma combinação de habilidades que só é obtida em grupo, pois o grupo apresenta mais habilidades do que uma única pessoa.

A formação de grupos de trabalho possibilita a divisão de tarefas em um projeto, e a estratégia “**dividir para conquistar**” torna a carga de trabalho menor para cada participante individualmente e algumas tarefas podem ser executadas em paralelo. Como consequência, é esperado que o projeto termine mais rapidamente. Outro motivo para colaborar é a ocorrência da diversidade de opiniões em um grupo, o que possibilita a análise de questões sob diferentes pontos de vista, o que potencialmente resulta numa avaliação melhor (VIVACQUA e GARCIA, 2011).

Vivacqua e Garcia (2011) chamam atenção que a colaboração bem-sucedida requer motivação dos participantes e alinhamento dos objetivos. Estes autores enfatizam, também, que é necessário haver uma confluência entre os objetivos dos participantes,

mesmo que parcial, caso contrário trabalharão em sentidos diferentes, o que prejudica o resultado final, e concluem que sem o alinhamento de objetivos, dificilmente indivíduos teriam o ímpeto de colaborar. Considerando os postulados de Vivacqua e Garcia (2011), supracitados, quanto à aprendizagem colaborativa, acredita-se que o aporte teórico descrito na seção 2, em especial o apresentado na Tabela 1, venha subsidiar direções metodológicas investigativas na formação otimizada de grupos para a aprendizagem colaborativa, e desta forma alcançar os objetivos almejados por esta tese.

De acordo com Roschelle e Teasley (1995); Dillenbourg (1999b), a colaboração é uma atividade coordenada e síncrona, resultado de uma tentativa contínua de construir e manter um entendimento compartilhado de um problema. Fuks et al. (2002) já considerava que quando o trabalho acontece de forma colaborativa, as capacidades individuais podem ser complementadas por conhecimentos e experiências de outros membros dos grupos. Além disso, a interação entre pessoas possibilita que os membros do grupo identifiquem inconsistências e falhas em seu raciocínio ao depararem com outros pontos de vistas e entendimentos.

Corroborando com essa assertiva, Reis et al. (2014); Jarvelã et al. (2015) enfatizam que a aprendizagem colaborativa é uma estratégia pedagógica de trabalho de grupo, onde alunos compartilham conhecimentos e ajudam uns aos outros na resolução de dúvidas e problemas que são comuns no processo de ensino e aprendizagem.

Fuks et al. (2004); Guedes (2005); Jarvelã et al. (2015) consideram que colaboração em grupos pode constituir um poderoso recurso para promover e elevar a aprendizagem e interações sociais. Ainda para estes autores, ao trabalharem em grupo, os indivíduos podem potencialmente produzir melhores resultados do que se atuassem individualmente. Em um grupo podem ocorrer a complementação de capacidades, de conhecimentos e de esforços individuais, e a interação entre pessoas com entendimentos, pontos de vistas e habilidades complementares (liderança, comprometimento, companheirismo, comunicação, organização, cooperação, conhecimentos, ...), concluem.

Em Dillenbourg (1999), tem-se que uma maneira de aumentar a probabilidade de que interações ocorram em aprendizagem colaborativa é desenhar cuidadosamente a situação. Para este autor, as perguntas mais frequentes que os professores têm são: a) qual é o tamanho ideal de grupo? b) devo selecionar membros do grupo com relação a alguns critérios ou deixá-los formar grupos por si mesmos? c) meninos e meninas juntos? d) é melhor ter os membros do grupo que têm o mesmo ponto de vista ou não, o mesmo nível geral de desenvolvimento ou não, a mesma quantidade de conhecimento no que diz

respeito à tarefa à mão ou não? e) quais tarefas são adequadas para processos colaborativos? Dillenbourg (1999) conclui que estas perguntas têm inspirado um grande corpo de pesquisas empíricas sobre a aprendizagem colaborativa.

Em Stahl et al. (2006); Monteserin et al. (2010); Reis et al. (2014), tem-se que apesar de existirem pesquisas com foco na determinação de parâmetros que podem afetar a aprendizagem colaborativa, ainda assim existem grandes desafios a serem vencidos. Entre estes estão a carência de abordagens, métodos e ferramentas computacionais para a formação de grupos considerando as características individuais de seus membros, como por exemplo aspectos culturais, aspectos sociais, ideológicos, políticos, étnicos, diferentes línguas, valores e questões relacionadas ao gênero. (Dillenbourg, 2002); (Isotani et al., 2009) consideram que formar grupos de aprendizagem sem considerações cuidadosas de seus membros, tais como formação cultural, habilidades cognitivas e seus estilos de aprendizagem, muitas vezes provoca problemas como a participação desproporcional de indivíduos, desmotivação e resistência ao trabalho de grupo.

Considerando o contexto descrito nesta seção, acerca dos benefícios e desafios de projetos de aprendizagem colaborativa, tanto do ponto de vista psicopedagógico (perfis de indivíduos, critérios de formação de grupos, *scripts* de atividades, ...) como tecnológicos (modelagens e implementações), esta pesquisa de tese busca contribuir no desenvolvimento de um modelo de tecnologia para o apoio educacional que considera perfis de autorrelatos **esperança, autoestima e autoeficácia** de alunos, bem como de que forma a combinação entre os mesmos pode promover formações otimizadas de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa e assim evitar formações desproporcionais de indivíduos em grupo na intenção de não comprometer a aprendizagem.

2.3.1 Teorias e modelos de colaboração

Em Fuks et al. (2011), tem-se que são de interesse as teorias e modelos que auxiliam a selecionar e projetar sistemas para dar suporte ao trabalho em grupo a partir da compreensão de como os indivíduos colaboram, incluindo os aspectos sociais relacionados ao uso da tecnologia (CW¹⁵). Partindo-se destes pressupostos, esta tese, através de sua questão de pesquisa central, ao investigar a influência de perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia na formação otimizada de grupos para

¹⁵ Cooperative Work

a aprendizagem colaborativa, estará subsidiando e sendo subsidiada por tais postulados de Fuks et al. (2011), tendo condições de apresentar soluções às demandas da aprendizagem colaborativa já apresentadas, assim como formular análises, conclusões e perspectivas de trabalhos futuros acerca do domínio da aprendizagem de grupo que se propõe através de sua metodologia de pesquisa, a ser descrita no Capítulo 3.

De acordo com Fuks et al. (2011), teorias são úteis para entender, comparar, abstrair e generalizar as observações sobre o mundo que nos cerca e sobre os produtos criados na sociedade. É por meio das teorias que os pesquisadores compartilham conceitos e comparam os diferentes pontos de vista e dados obtidos em pesquisas empíricas. Dentre as teorias sobre colaboração, destacam-se duas: **Teorias dos Jogos** e **Teoria da Atividade**. As Teorias dos Jogos são explicações matemáticas para diferentes cenários de tomada de decisão, envolvendo colaboração e competição. A Teoria da Atividade descreve e explica como os seres humanos realizam atividades em situações cotidianas, individualmente e em sociedade (FUKS et al., 2011).

Um modelo científico é uma representação lógica ou matemática de um fenômeno, é uma descrição do fenômeno de forma abstrata, conceitual, gráfica ou visual. É usado para explicar, analisar e fazer previsões falseáveis sobre um fenômeno. Dentre os modelos relacionados à colaboração, são destacados: Modelo 3C de Colaboração, Padrões de Colaboração e o Modelo de Tuckman sobre o Desenvolvimento de Grupo. O Modelo 3C de Colaboração destaca as dimensões essenciais da colaboração: *comunicação, coordenação e cooperação*. O modelo Padrões de Colaboração estabelece que qualquer processo de trabalho em grupo é a composição de poucos tipos de atividade, a saber: a) geração, b) redução, c) esclarecimento, d) organização, e) avaliação e f) comprometimento. Finalmente, o Modelo de Tuckman descreve e explica os estágios de um grupo de trabalho, desde a sua formação até sua dissolução (FUKS et al., 2011).

2.3.1.1 Teoria da atividade

A teoria da atividade explica como os seres humanos realizam atividades em situações cotidianas, individualmente e em sociedade. É uma teoria útil para compreendermos a colaboração mediada por tecnologias computacionais. Nesta teoria, a atividade é a unidade mínima de significado para compreender as ações de um sujeito. O sujeito pode ser uma pessoa ou um grupo. O objeto é concreto como um documento ou abstrato como uma ideia ou decisão a ser tomada. Um sujeito realiza ações sobre um

objeto para alcançar um objetivo (FUKS et al., 2011). Outro conceito fundamental da teoria é a realização da atividade por mediação de artefatos, como mostrado na Figura 1. Artefatos físicos, como ferramentas e máquinas, têm grande impacto sobre a atividade realizada. De forma análoga, os artefatos para cognição como uma linguagem, uma notação matemática, um mapa ou um sistema computacional, também são usados pelos seres humanos na realização de atividades. Ferramentas físicas atuam sobre coisas, enquanto ferramentas cognitivas atuam como um instrumento da atividade psicológica, um meio para resolver problemas cognitivos como comparar coisas, escolher, lembrar. O artefato atua sobre o objeto (ambiente externo) e tem a ação reversa de modificar a cognição do próprio sujeito (interno). No contexto desta pesquisa de tese, os elementos da Teoria da Atividade, mostrados através da Figura 1, são representados como descritos a seguir. a) **sujeito**: grupos de alunos, b) **objeto**: documentos (elaboração textual, projetos de algoritmos e listas de exercícios), c) artefatos: AVEA MOODLE (*chat, fórum, e-mail, wiki, glossário*).



Figura 1: Ação mediada por artefatos.

Fonte: Fuks et al. (2011).

Numa perspectiva evolucionária, o ser humano não deve ser analisado apenas individualmente, mas também na sua dimensão coletiva, um ser que vive em sociedade. Para compreender a atividade e o desenvolvimento da espécie, devemos considerar também a população e a comunidade, o grupo em que o sujeito se encontra, o coletivo imediato (FUKS et al., 2011). Em Fuks et al. (2011), tem-se que na realização de uma atividade, as ações são frequentemente reguladas socialmente em decorrência da interação social. De forma análoga à função mediadora dos artefatos na relação entre o

sujeito e o objeto, a atividade coletiva é mediada pela divisão de trabalho, e a vida em sociedade é mediada por regras coletivas, conforme ilustra a Figura 2. Divisão de trabalho refere-se à organização explícita e implícita da comunidade em relação ao processo de transformação do objeto no resultado. Regras são normas implícitas ou explícitas, convenções, tradições, rituais e relações sociais estabelecidas numa comunidade (FUKS et al., 2011).



Figura 2: Atividade em sociedade.

Fonte: Fuks et al. (2011).

Para a Teoria da Atividade, a mediação é o que possibilita a evolução da cultura humana. O que antes era natural e ecológico passou a ser histórico e econômico. A atividade, que costuma ser uma adaptação ao meio, foi transformada em consumo subordinado a três aspectos: produção (cooperação), distribuição (coordenação) e troca (comunicação), conforme ilustra o esquema da Figura 3. A produção é o resultado da atividade decorrente das ações dos sujeitos sobre objetos por meio de artefatos. A distribuição é a divisão dos objetos em função das necessidades sociais. A troca é a comunicação e interação entre os sujeitos. Por exemplo, nas tribos primitivas, parte do tempo é usado para caçar e coletar, o que pode ser denominado de produção; a divisão da comida produzida pode ser identificada como distribuição; o ato de comer é caracterizado como consumo; e o tempo livre é usado para a troca em variadas formas de interação social. Outro exemplo: os operários de uma fábrica trabalham para produzir algo

(produção), e com o salário que recebem compram coisas (produtos) dentre as que tiveram acesso (distribuição de produtos), e assim consomem os bens e serviços que adquiriram (consumo) (FUKS et al., 2011). Para o contexto desta tese, a produção é caracterizada pela aprendizagem de grupo, desenvolvimento de habilidades sócio-afetivas, tais como comprometimento, coletividade, comprometimento, solidariedade, proatividade, persistência, interação interpessoal, motivação, ...), expressas através de perfis de autorrelatos de alunos. A divisão é caracterizada pela redução de carga cognitiva de trabalho entre os membros do grupo. A motivação em aprender caracteriza o consumo, o produto final da aprendizagem colaborativa.



Figura 3: Modelo de atividade

Fonte: Fuks et al. (2011).

2.3.1.2 Modelo 3C de colaboração

O Modelo 3C de Colaboração analisa a colaboração em três dimensões, a saber: **comunicação, coordenação e cooperação**. A comunicação é caracterizada pela troca de mensagens, pela argumentação e pela negociação entre pessoas; a coordenação é caracterizada pelo gerenciamento de pessoas, atividades e recursos; e a cooperação é caracterizada pela atuação conjunta no espaço compartilhado para a produção de objetos ou informações (FUKS et al., 2011). Ainda para este autor, no Modelo 3C, esquematizado na Figura 4, a separação em dimensões foca nos aspectos relevantes para a análise da colaboração, entretanto, os Cs se inter-relacionam para que a colaboração ocorra.

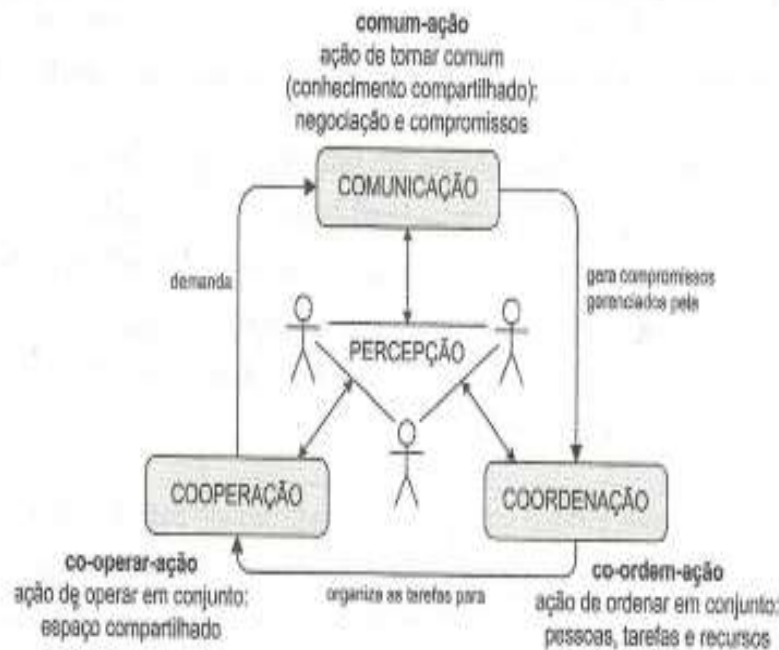


Figura 4: Modelo 3C de Colaboração.

Fonte: Fuks et al. (2011).

No trabalho em grupo, a comunicação é voltada para a ação. Enquanto se comunicam, as pessoas negociam e tomam decisões. Enquanto se coordenam, os membros do grupo lidam com conflitos e organizam as atividades para evitar o desperdício de comunicação e dos esforços de cooperação. A necessidade de renegociar e tomar decisões sobre situações imprevistas que ocorrem durante a cooperação demanda comunicação que, por sua vez, demanda coordenação para reorganizar as tarefas. Por meio de informações de percepção, o indivíduo obtém *feedback* de suas ações e *feedthrough* das ações de seus colegas (FUKS et al., 2011).

De acordo com Fuks et al. (2011), os sistemas colaborativos são posicionados em um espaço triangular cujos vértices são as dimensões da colaboração, conforme ilustrado na Figura 5. Dividindo o espaço triangular em três seções, obtém-se a classificação dos sistemas colaborativos em função do Modelo 3C. O posicionamento de cada sistema decorre do grau de suporte a cada um dos Cs. Ainda que o objetivo principal de um sistema seja dar suporte a um determinado C, também é preciso dar suporte para os outros dois Cs. Por exemplo, um bate-papo, mesmo sendo um sistema projetado para dar suporte a um determinado C, também é preciso dar suporte para os outros dois Cs.



Figura 5: Posicionamento dos sistemas colaborativos no espaço 3C.

Fonte: Fuks et al. (2011).

2.3.1.3 Padrões de colaboração

De acordo com Fuks et al. (2011), o processo de um trabalho em grupo pode ser descrito na forma de um fluxo de tarefas. Em cada tarefa são identificados um ou mais padrões de colaboração, conforme exemplificado no processo representado na Figura 6.

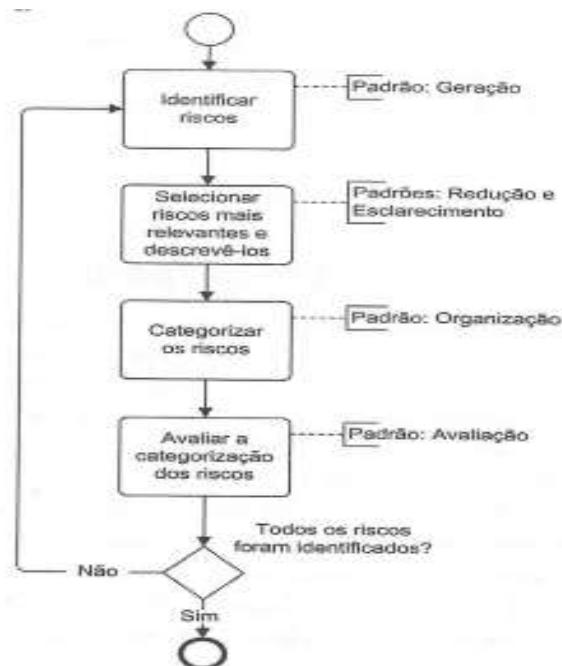


Figura 6: Trabalho em grupo como composição de padrões de colaboração

Fonte: Fuks et al. (2011).

Padrões de Colaboração foram elaborados a partir da representação de que todo trabalho em grupo se resume a poucos tipos de atividades. Os padrões de colaboração, e seus subpadrões, constituem a unidade de análise da atividade colaborativa. Processos de trabalho em grupo são caracterizados como uma composição dos seguintes padrões de colaboração (FUKS et al., 2011) (SEEBER et al., 2012).

- **Geração:** é a atividade em que o grupo aumenta a quantidade de informação sobre um determinado assunto. O grupo trabalha com o objetivo de coletar, produzir ou detalhar informações. Um exemplo é *brainstorming* que produz novas ideias sobre como resolver um problema.
- **Redução:** é a atividade em que o grupo reduz o número de informações sobre um assunto. A redução ocorre por meio de um dos seguintes subpadrões: seleção de um subconjunto de informações, abstração em conceitos mais genéricos, ou pelo resumo das informações. A redução é realizada para que se dê mais atenção aos elementos resultantes, objetiva-se diminuir a carga cognitiva e o trabalho posterior.
- **Esclarecimento:** é a atividade em que o grupo esclarece o significado dos termos compartilhados pelo grupo. Nessa atividade, o grupo descreve o significado de termos com o objetivo de aumentar o conhecimento e definir um vocabulário de referência compartilhado por todos. Um exemplo é a definição de um dicionário de termos da área do trabalho do grupo.
- **Organização:** é a atividade em que o grupo estabelece os relacionamentos entre as informações de alguma forma (por exemplo, em uma estrutura hierárquica).
- **Avaliação:** é a atividade em que o grupo define o valor relativo das informações. O grupo pode: votar em informações, ranquear numa escala de valores, ou avaliar as informações com julgamentos qualitativos. Um exemplo é a filtragem colaborativa em que cada usuário pontua itens, como livros e filmes, o que resulta na recomendação dos itens em função do interesse ou experiência do grupo.
- **Comprometimento:** é a atividade em que o grupo aumenta o número de membros dispostos a se comprometer com uma proposta. A meta é chegar a acordos aceitáveis

pelos membros. Um exemplo é a busca de um consenso pelo grupo. Para obter o comprometimento dos membros, alguns subpadrões podem ocorrer: medir, no qual o grupo avalia o grau em que os membros estão dispostos a se comprometerem com uma determinada proposta; diagnosticar, no qual o grupo busca as causas do desacordo; advogar, no qual o grupo procura maneiras de superar as causas de desacordo.

A partir da descrição da Teoria de Padrões de Colaboração e seus subpadrões (Fuks et al., 2011), tem-se que seus fundamentos vêm subsidiar as investigações que se propõe a referente tese, especificamente nos aspectos metodológicos de investigação da influência de perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos na formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Esta constatação pode ser evidenciada pela importância de considerar a associação da Tabela 1 (Seção 2.2), desta tese, com o fluxo de subpadrões de trabalho de grupo. Outra evidência que se pode apontar desta associação e aplicação é a possibilidade de descobrir papéis do aluno no grupo, definição de responsabilidades e perfis de líder no grupo baseado nos achados da *Tabela 1 Vs. Subpadrões da Teoria de Padrões de Colaboração*, e assim poder subsidiar a construção de uma ontologia de colaboração.

2.3.1.4 Modelo de Tuckman sobre o desenvolvimento de grupo

Para Fuks et al. (2011), a diferença entre uma coleção aleatória de indivíduos e um grupo de trabalho é que os membros do grupo interagem e se influenciam, estabelecem relações sociais, e desenvolvem processos e estilos próprios para a realização de tarefas com o objetivo de alcançar metas compartilhadas. O Modelo de Tuckman é uma tentativa de descrever e explicar o comportamento de um grupo de trabalho, constituído de poucos membros e orientado a tarefa. Foram identificados estágios sucessivos que todo grupo de trabalho percorre ao longo de sua história, conforme ilustrado no processo da Figura 7.



Figura 7: Estágios do Modelo de Tuckman.

Fonte: Fuks et al. (2011).

- **Formação:** nesse primeiro estágio ocorre a formação do grupo. São condições para que um indivíduo se integre ao grupo: compartilhar metas, tarefas e abordagens de trabalho, identificar-se com os outros indivíduos e sentir-se parte do grupo. Nesse estágio, os indivíduos evitam conflitos para viabilizar a consolidação do grupo.
- **Confrontação:** no segundo estágio o grupo já foi definido, compartilha metas e propósito e define os papéis de cada membro do grupo. A definição dos papéis é feita por meio da confrontação. É o estágio no qual ocorrem mais conflitos no grupo, e culmina na definição do papel e das responsabilidades de cada indivíduo. Nesse estágio é estabelecida uma liderança.
- **Normatização:** o grupo define o processo de trabalho. É um estágio menos conflituoso, pois os membros já se conhecem melhor e reconhecem as habilidades uns dos outros. A atuação do líder é importante para guiar o grupo na definição do processo de trabalho e na forma de realizar as tarefas. O processo de trabalho deve ser adequado aos papéis que foram definidos em função das habilidades de cada indivíduo e das metas que orientam a formação do grupo.
- **Atuação:** é um estágio marcado pela alta produtividade. É o estágio menos conflituoso, os membros já entraram em acordo e estão compromissados com as metas, papéis e responsabilidades, processo e estilo de trabalho. A necessidade de supervisão é mínima, já que o grupo consegue produzir por conta própria e reagir às mudanças com a modificação do processo e da geração de novos acordos em função das necessidades impostas pelo trabalho. A geração de novos acordos é fruto da confiança adquirida pelos membros ao longo dos estágios anteriores e pelo reconhecimento das habilidades de cada indivíduo. Nesse estágio, a identidade do grupo está muito bem definida e há um sentimento geral de lealdade entre os membros.
- **Dissolução:** o grupo é desfeito em função do fim do processo de trabalho, seja pela conclusão da tarefa ou pela desistência do grupo. Esse estágio é marcado pelo reconhecimento do que foi feito, pelo fim do compromisso do grupo com as tarefas e pela separação dos indivíduos.

A partir da descrição do Modelo de Tuckman (Fuks et al., 2011), tem-se que seus fundamentos vêm subsidiar aspectos metodológicos de composição de grupos que se

propõe esta pesquisa de tese, a serem descritos na seção metodologia de pesquisa, mais especificamente na Seção 4.1.5, e assim poder aplicá-los na busca da formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa.

2.3.2 Ontologia sobre colaboração

Em Vivacqua e Garcia (2011), tem-se que a estrutura do domínio da colaboração é descrita através de ontologia, de forma a descrever e relacionar os principais conceitos da área. Uma ontologia é representada como uma rede semântica, com conceitos e relacionamentos entre os conceitos. Uma rede semântica é um grafo, formado por **nós** e **arestas**, com um significado associado a cada um de seus elementos. Cada significado é processável de forma sistemática por um interpretador, seja humano ou computacional. Conceitos são conteúdos sobre os quais é possível associar uma ideia, seja concreta como carro, ou abstrata como casamento. A Figura 8 exemplifica uma ontologia em que foram mapeados os principais conceitos envolvidos em uma ontologia. A criação de uma ontologia envolve a identificação dos conceitos que caracterizam um domínio, dos relacionamentos entre os conceitos, assim como da especificação dos contextos que provocam alteração de significados (VIVACQUA e GARCIA, 2011). Ainda em Vivacqua e Garcia (2011), uma ontologia sobre colaboração é fundamental em sistemas colaborativos, pois estrutura o conhecimento sobre o trabalho em grupo, o que apoia o desenvolvimento e uso desses sistemas.

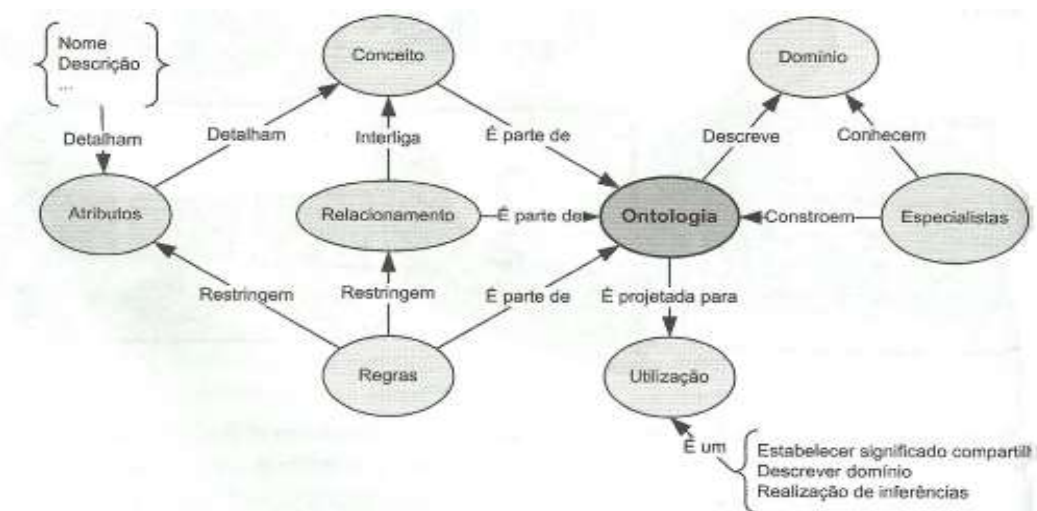


Figura 8: Exemplo de ontologia.

Fonte: Vivacqua e Garcia (2011).

A Figura 9 mostra os elementos integradores das quatro partes da ontologia de colaboração (VIVACQUA e GARCIA, 2011).

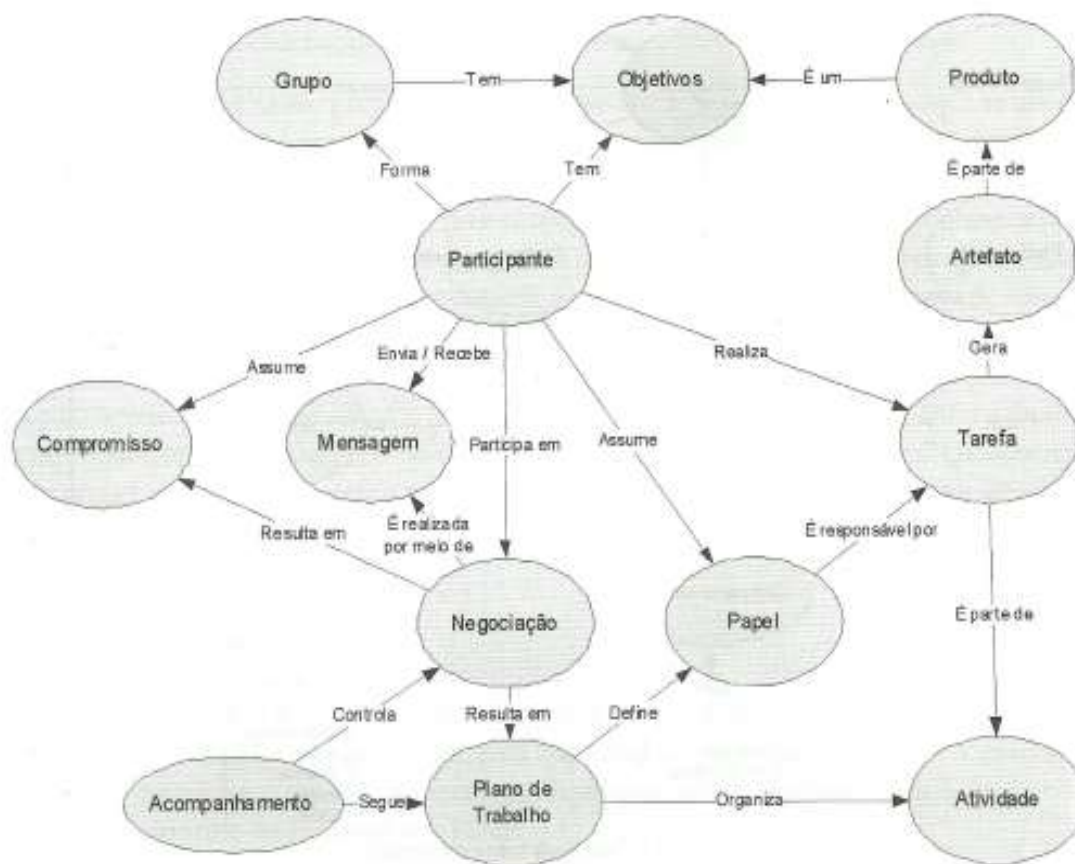


Figura 9: Principais elementos e ligações da ontologia de colaboração.

Fonte: Vivacqua e Garcia (2011).

A partir da descrição de ontologia de colaboração (Fuks et al., 2011), tem-se que seus fundamentos vêm subsidiar a construção de uma ontologia de colaboração baseado em perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia para a formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Parte desta ontologia leva em consideração os achados descritos na Tabela 1 (Seção 2.2) desta tese.

2.3.3 Formação de grupos

Em Vivacqua e Garcia (2011), tem-se que a formação de grupos se justifica quando uma tarefa ou problema é grande, complexo ou requer múltiplas competências, e em função disso há a necessidade de unir os esforços de várias pessoas. Ainda para os

autores, os principais elementos envolvidos na formação de grupos estão representados na Figura 10.

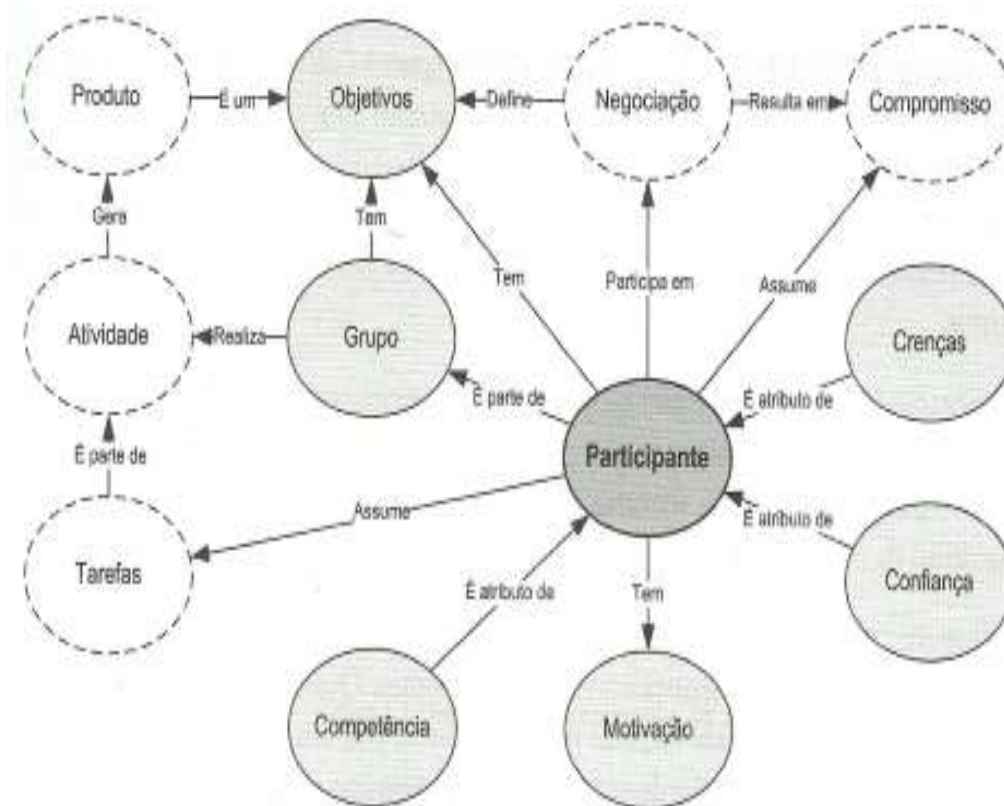


Figura 10: Ontologia sobre formação de grupos.

Fonte: Vivacqua e Garcia (2011).

A compreensão de que outras pessoas agregam valor ao trabalho é um grande motivador para colaboração. Um indivíduo pode compreender que necessita colaborar com um colega para atingir determinado objetivo, ou a colaboração pode ser promovida por uma entidade hierarquicamente superior na organização. Portanto, são duas as maneiras de formar grupos (VIVACQUA e GARCIA, 2011): i) por iniciativa de uma entidade externa e ii) de forma espontânea. Abaixo, são descritas cada uma das maneiras, segundo Vivacqua e Garcia (2011).

- i) **por iniciativa de uma entidade externa:** que identifica a necessidade, estabelece as características que o grupo precisa ter e seleciona participantes, apresentando os participantes uns aos outros e constituindo o grupo;
- ii) **de forma espontânea:** quando um indivíduo percebe que há um ganho potencial em se juntar a colegas para realizar um trabalho visando alcançarem um objetivo comum. Outro

exemplo de colaboração espontânea ocorre quando um indivíduo busca outro para trabalharem juntos, visando a redução da carga de trabalho individual ou a utilização conjunta de recursos.

A partir da descrição do Modelo de Tuckman (Fuks et al., 2011) e da Teoria de Formação de Grupos (Vivacqua e Garcia, 2011), tem-se que esta tese se alicerça nos dois postulados para subsidiar sua investigação acerca da formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa, quando considera perfis de autorrelatos de esperança, autoestima e autoeficácia de alunos, conforme é descrito e aplicado na Seção 4.1.5, desta tese.

2.4 Agentes e Inteligência Artificial Distribuída

Nesta seção são apresentados conceitos da área de Inteligência Artificial (IA), mais especificamente de Agentes e Sistemas Multiagentes (SMA) necessários no desenvolvimento do modelo de tecnologia de apoio educacional concebido para auxiliar a formação otimizada de grupos para aprendizagem colaborativa.

2.4.1 Agentes

Em Wooldridge (2008), tem-se que um agente é um sistema computacional localizado em algum ambiente que pode executar ações autônomas para alcançar os seus objetivos projetados. Nesta definição, Wooldridge (2008) enfatiza que *autonomia* significa que os agentes possuem controle sobre o seu próprio estado interno e sobre o seu comportamento, sendo capazes de agir sem a intervenção de seres humanos ou de outros sistemas. Corroborando com essa assertiva, tem-se em Russell e Norvig (2013) que um *agente* é uma entidade capaz de perceber um ambiente através de sensores e atuar sobre o mesmo através de atuadores. Essas definições são ilustradas na Figura 11.

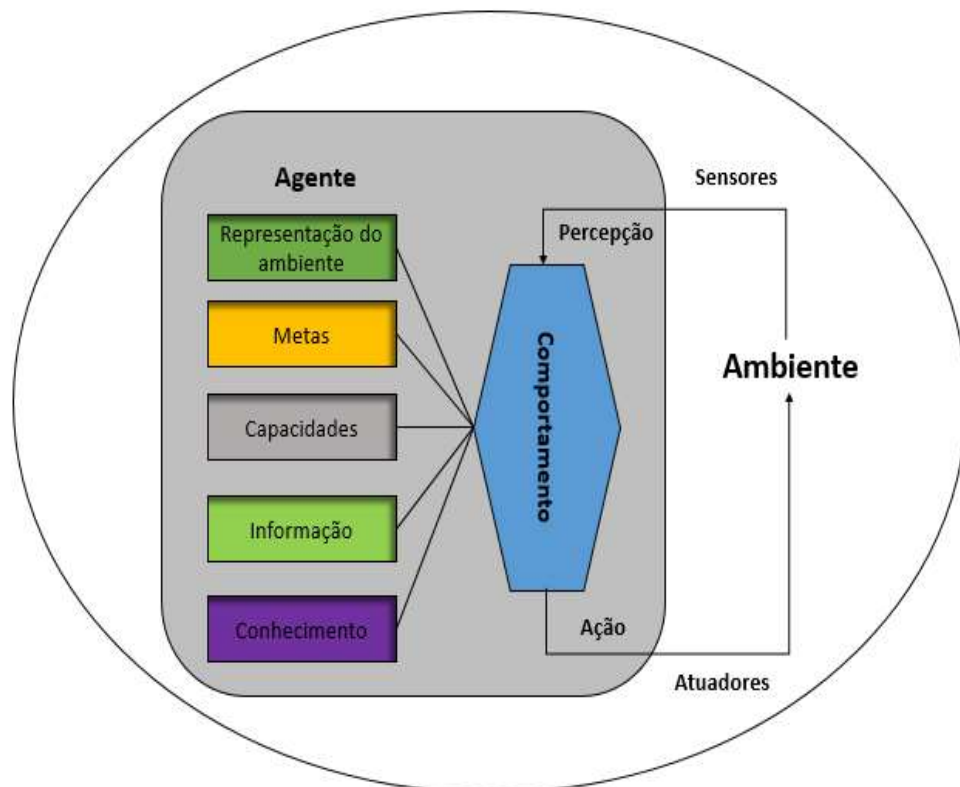


Figura 11: Interação do agente/ambiente por meio de sensores e atuadores.

Fonte: Adaptado de Russell e Norvig (2004); Roloff (2014).

Todas as ações de um agente dependem de suas percepções e para que o agente tome decisões é necessário que o mesmo busque informações sobre o ambiente antes de realizar uma ação. A busca de informações garante que o agente tenha o máximo de percepções do ambiente possível e pode fazer com que o mesmo ganhe conhecimento, tornando-o mais autônomo (RUSSELL e NORVIG, 2013).

Wooldridge e Jennings (1995) citam e descrevem propriedades de agentes, tais como: *autonomia, habilidade social, reatividade, proatividade, mobilidade, veracidade, benevolência, racionalidade*. Destas propriedades, destacam-se que as propriedades **autonomia e racionalidade**¹⁶ são as principais características que motivaram a utilização da tecnologia de agentes no desenvolvimento do modelo de tecnologia de apoio educacional desenvolvido nesta pesquisa de tese.

Conforme postulado por Wooldridge e Jennings (1995), a habilidade de agir (autonomia) e raciocinar (racionalidade) sem a dependência de uma outra estrutura

¹⁶ Assume-se que um agente sempre irá atuar em prol de seus objetivos e que não atuará de maneira a evitar que eles sejam atingidos (WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995).

(agente), aliado ao direcionamento da tomada de decisão conforme seus objetivos, tornam a tecnologia de agentes apropriada ao problema dinâmico em um ambiente em relação aos objetivos almejados por esta pesquisa de tese.

Em Reis (2012), tem-se que *agentes* são aplicados nas mais diversas áreas que variam desde a interação homem-máquina até complexos processos de controle industrial e comercial. A Figura 12 ilustra as diversas aplicações de agentes, segundo Reis (2012).

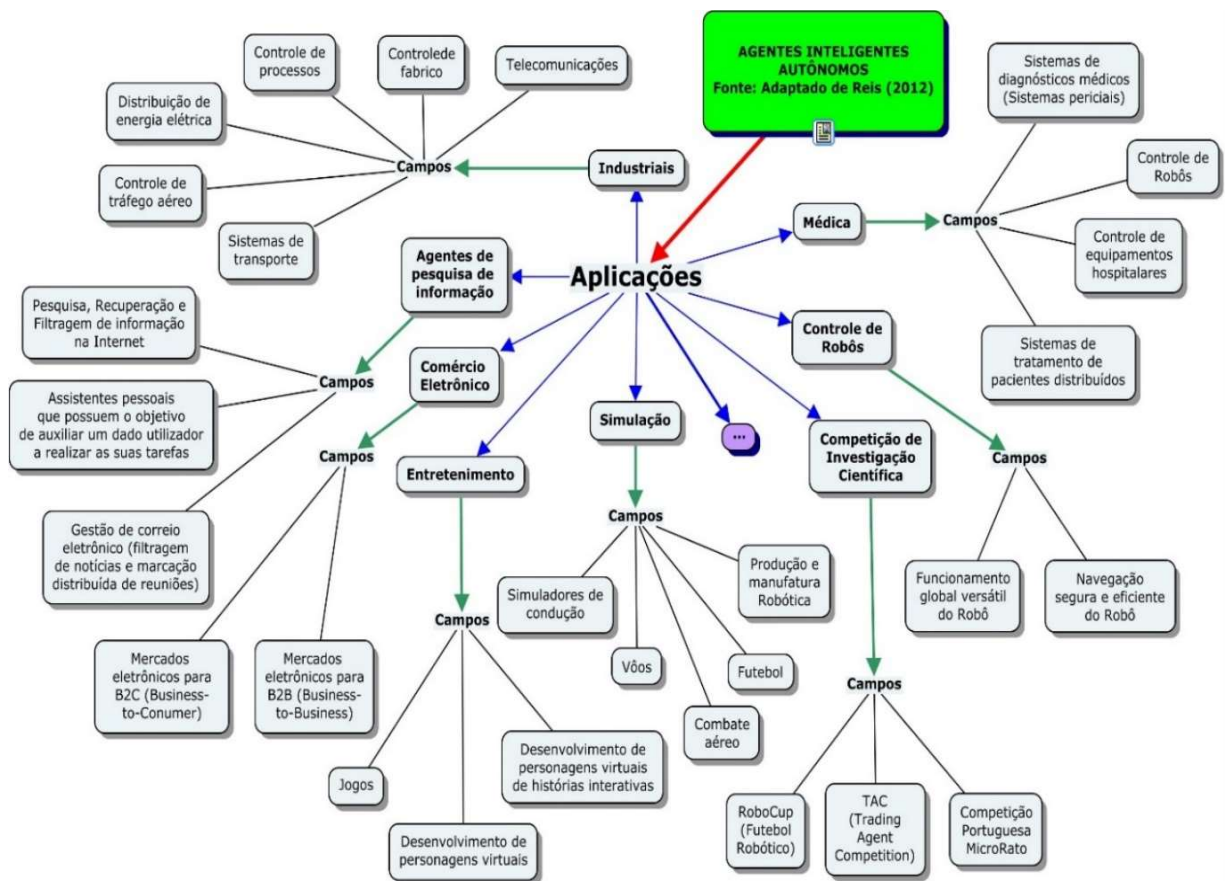


Figura 12: Campos de aplicações de agentes autônomos.

Fonte: Adaptado de Reis (2012).

2.4.1.1 Arquiteturas de agentes

O funcionamento de um agente é associado a uma estrutura interna que normalmente é responsável por mapear percepções em ações. O comportamento dos agentes em relação à seleção de suas ações é feito através de um processamento realizado após uma sequência de percepções. De uma maneira geral, todos os agentes seguem a mesma macro arquitetura ilustrada na Figura 11. Russell e Norvig (2013) classificam agentes em quatro tipos, a saber: a) agentes reativos, b) agentes baseados em modelo, c)

agentes baseados em objetivos e d) agentes baseados em utilidade. No contexto desta pesquisa de tese, o modelo de tecnologia baseado em agentes é do tipo **agentes reativos**, mais especificamente um agente que tem a tarefa de calcular os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia do aluno e assim poder auxiliar a formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa.

2.4.1.1.1 Agentes reativos

Os agentes reativos reagem continuamente às mudanças ocorridas no ambiente. Esses agentes selecionam suas ações baseadas na sua percepção, ignorando suas percepções anteriores. Todas as suas ações são selecionadas de acordo com uma tabela de regras que mapeia condição com ação, conhecidas como “**regras de condição-ação**” (WOOLDRIDGE, 2008) (RUSSELL e NORVIG, 2013). De acordo com Russell e Norvig (2013), agentes reativos possuem a enorme vantagem de serem simples. Porém, sua “inteligência” possui limitações extremas. Como cada ação é baseada em uma percepção, se esta percepção não puder ser observada pelo agente, podem ocorrer sérios problemas durante sua execução. A Figura 13 ilustra a arquitetura de um agente reativo.

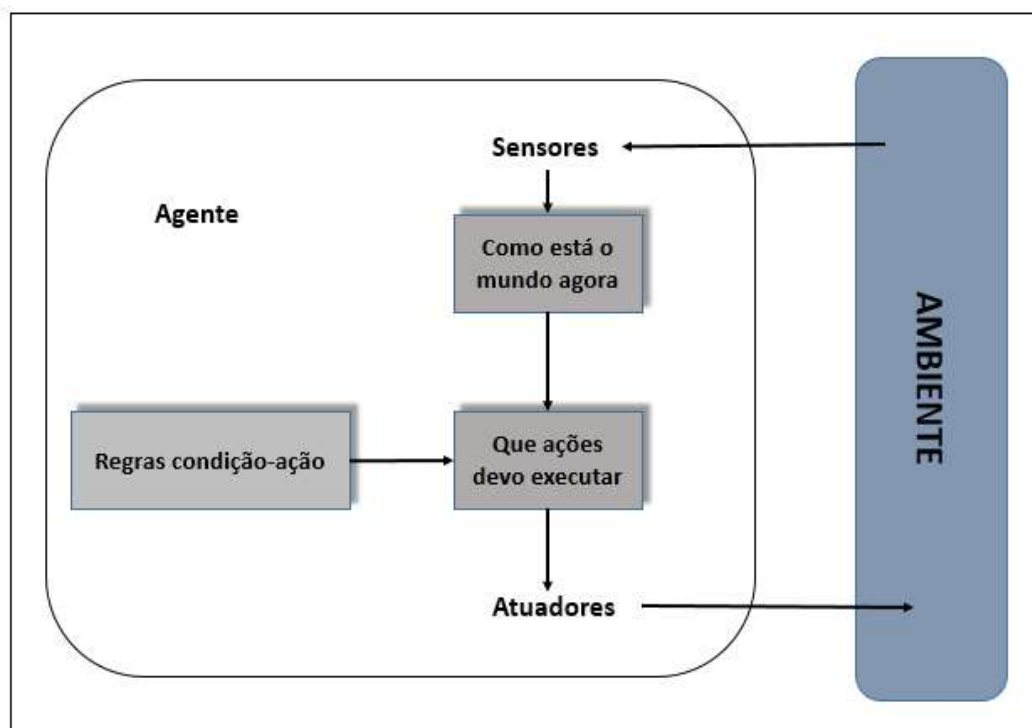


Figura 13: Arquitetura de um agente reativo simples.

Fonte: Adaptação de Russell e Norvig (2013).

2.4.1.2 Ambientes dos agentes

Em Veras (2015), tem-se que os agentes necessitam habitar (ou visitar) pelo menos um ambiente de forma a perceber a ocorrência de mudanças e, com base nelas, atuar significativamente na realização de tarefas. Durante a concepção de um agente, o ambiente de tarefas deve ser o mais bem especificado possível, detalhando elementos como: medida de desempenho, ambiente, atuadores, sensores, objetivos, ações e percepções (RUSSELL e NORVIG, 2013). De acordo com Weyns et al. (2007); Viroli et al. (2007), um ambiente do agente define e fornece as propriedades do mundo no qual o agente atuará e concluem que sem um ambiente o agente é totalmente inútil, pois não haverá sensações nem ações. No contexto desta pesquisa, o modelo de tecnologia de apoio educacional concebido contempla agentes que habitam ambientes como as Bases de Dados BDPAA¹⁷, BDFAA¹⁸ e BDDCG¹⁹. Estes ambientes dos agentes são especificados e descritos em detalhe a nível de modelagem e implementação nas Seções 3.3.1 e 3.3.2, respectivamente.

Atualmente, na literatura acerca de agentes, existem basicamente duas abordagens para a definição de ambientes de agentes. Uma oriunda das raízes clássicas da IA (JENNINGS et al., 1998) e outra, mais atual, vinda da área especificada como Engenharia de *Software* Orientada a Agentes (AOSE – sigla em inglês de *Agent-Oriented Software Engineering*) (JENNINGS, 2000). A primeira define as noções de ambientes como um mundo externo que é percebido e modificado por agentes de forma a cumprir com seus objetivos ou tarefas. Na segunda é introduzida uma noção de ambientes como uma abstração de primeira classe para a engenharia de sistemas multiagentes (SMA) (WEYNS et al., 2007). Isso implica na existência de um lugar adequado para encapsular funcionalidades e serviços que suportam atividades de agentes (VALCKENAERS et al., 2007). Sob essa perspectiva, o lugar adequado para encapsular funcionalidades e serviços, a serem explorados por agentes, é constituído dinamicamente por entidades computacionais, denominadas **Artefatos Ambientais**, definindo assim uma perspectiva de ambientes baseados em artefatos (RICCI et al., 2009) (RICCI et al., 2011). Conforme serão descritos na Seção 3 desta pesquisa, os artefatos ambientais utilizados pelo modelo de tecnologia de apoio educacional proposto nesta tese são as bases de dados BDPAA

¹⁷ Base de Dados de Perfis de Autorrelatos de Alunos

¹⁸ Base de Dados de Fitness de Autorrelatos de Alunos

¹⁹ Base de Dados de Desempenhos de Colaboração de Grupos

(Base de Dados de Perfis de AutoRrelatos de Alunos), BDFAA (Base de Dados de *Fitness* de AutoRrelatos de Alunos) e BDDCG (Base de Dados de Desempenho de Colaboração de Grupo).

Um conjunto de artefatos que forma um ambiente de agentes, pode ser organizado em uma ou várias áreas de trabalho (*workspaces*) distribuídas por uma infraestrutura local ou remota. Os artefatos estão caracterizados fundamentalmente em termos de operações, propriedades observáveis, sinais e manual de operação (RICCI et al., 2011). As supracitadas infraestruturas são descritas a seguir.

- **Operações:** representam as operações processuais executadas dentro de um artefato. Podem ser do tipo interna (apenas o próprio artefato pode dispará-la) ou externa (disparada por um agente ou outros artefatos);

- **Propriedades observáveis:** uma propriedade observável está associada com as variáveis de estado do artefato. Seu valor pode ser percebido pelos agentes que monitoram o artefato;

- **Eventos observáveis:** a execução de uma operação pode gerar um ou vários sinais. Estes sinais são eventos observáveis não persistentes e podem ser percebidas pelos agentes;

- **Manual:** um artefato pode ser equipado por um manual. Uma espécie de documento legível pelos agentes contendo uma descrição das suas funcionalidades, assim como, a forma de como usá-los.

A Figura 14 ilustra graficamente os elementos de um artefato ambiental de um agente, baseado nas características descritas anteriormente (RICCI et al., 2011).

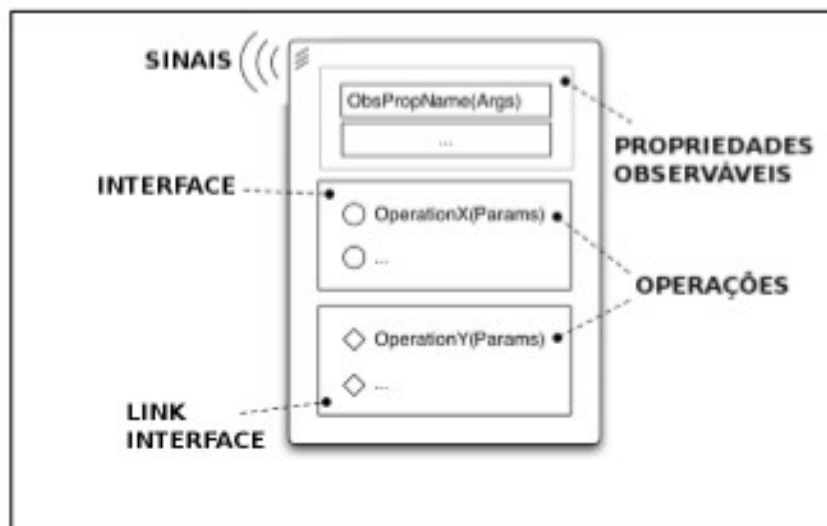


Figura 14: Representação abstrata de um artefato ambiental de um agente.

Fonte: Veras (2015).

Assim, os agentes podem atuar em *workspaces* e realizar ações em um ou em vários artefatos de ambientes. Em Ricci et al. (2011), foram definidos basicamente três grupos de possíveis ações, a saber: (1) criar, pesquisar e eliminar artefatos; (2) usar, executar operações e observar propriedades e/ou eventos, (3) vincular ou desvincular artefatos entre si. Para tal, a pesquisa usa um modelo de programação de ambientes baseado em artefatos implementado por meio do *framework* CArtAgO²⁰ (*Common Artifact infrastructure for Agent Open environments*) (RICCI et al., 2009). Cartago é, ao mesmo tempo, um *framework* e uma infraestrutura para programação e execução de ambientes de agentes.

Ambientes simulados é um *workspace* que contém artefatos de ambiente da tecnologia Cartago (RICCI et al., 2009). Essa tecnologia usa conceitos sobre Ambientes e Artefatos (A&A) descritos em Ricci et al. (2009). Dessa forma, todos os artefatos foram definidos como uma abstração de primeira classe, pois, são partes importantes do sistema e não são apenas “depósitos” dos agentes ou geradores de percepções. No contexto desta pesquisa, o *workspace* é um local ou espaço onde nele existem os artefatos de ambiente dos agentes, ou seja, as BDPAA, BDFAA e BDDCG.

²⁰ Disponível em: <<http://cartago.sourceforge.net/?p=22>>. Acessado em 16 dez. 2016.

2.4.2 Inteligência Artificial Distribuída

De acordo com Junior et al. (2008), em meados de 1970, a Inteligência Artificial Distribuída (IAD) evoluiu e diversificou rapidamente, tornando-se um campo de pesquisa já estabelecido e muito promissor, que concentra ideias de muitas disciplinas, como as que seguem listadas abaixo:

- Inteligência Artificial;
- Ciência da Computação;
- Sociologia;
- Economia;
- Ciência da Organização e Gerência;
- Filosofia

Conforme Weiss (1999), a IAD é estudo, construção e aplicação de sistemas multiagentes (SMA), ou seja, sistemas baseados em agentes, a partir dos quais os agentes buscam executar um conjunto de tarefas e atingir metas. Demazeau e Muller (1990), definem a IAD como a solução colaborativa de problemas globais por um grupo distribuído de entidades. Assim sendo, estas entidades, que podem estar geograficamente dispersas, devem compartilhar as informações a fim de atingir um objetivo global. Os SMA são tipicamente imersos em um ambiente constituído por um conjunto de recursos, como dados, equipamentos e *software*. As interações com o ambiente ocorrem através de sensores e atuadores, ou seja, mecanismos para perceber e atuar sobre alguma parte do ambiente (WOOLDRIDGE, 2001).

Em Sichman et al. (1992), tem-se que a IAD é dividida em duas grandes áreas: Resolução Distribuída de Problemas (RDP) e Sistemas Multiagente (SMA). Ambas com algumas semelhanças, porém com um grande diferencial no foco dos agentes nas aplicações. Ao contrário da RDP, os Sistemas Multiagentes têm um foco na estruturação do agente e não na estruturação do problema, o que permite uma flexibilidade para os agentes que são capazes de resolver mais de um problema, interagindo de forma autônoma e social.

Motivado por esta perspectiva de interação e colaboração entre agentes, esta pesquisa de tese concebe um SMA formado por três agentes, que objetivam colaborar entre si para a formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem

colaborativa. São eles: o agente **AMPAR** (Agente de Mensuração de Perfis de AutoRrelatos), o agente **AMFAR** (Agente de Mensuração de *Fitness* de AutoRrelatos) e o agente **AACG** (Agente de Avaliação de Colaboração de Grupos). Esta estruturação de agentes promoverá uma divisão de tarefas conjunta entre os agentes com um objetivo da solução distribuída do problema de otimização de grupos para a aprendizagem colaborativa.

Para DeLoach e Wood (2001), o advento de SMA reuniu muitas disciplinas, em um esforço para construir sistemas inteligentes distribuídos e aplicações robustas. No entanto, segundo estes mesmos autores, muitas das nossas formas tradicionais de pensar e projetar o *software* não se encaixam no paradigma multiagentes e concluem que ao longo dos últimos anos, tem havido várias tentativas de criar ferramentas e metodologias para a construção de tais sistemas.

Em Dorça et al. (2002), tem-se que as pesquisas em IAD, em particular em SMA, enfatizam a inteligência coletiva, onde se busca a modelagem de sistemas através de um conjunto de agentes providos de uma série de habilidades cognitivas. Uma destas habilidades pode ser a habilidade para trabalhar com os seus pares. Um agente raciocina sobre o ambiente, sobre os outros agentes e decide racionalmente quais objetivos devem perseguir e quais ações devem tomar, agindo em cooperação com a sociedade.

2.4.2.1 Sistemas Multiagentes

O uso aplicado da computação tem possibilitado criar entidades artificiais inteligentes, capazes de tomar decisões de forma autônoma e independente. Hoje é comum ouvirmos falar de sistemas especialistas ou inteligentes e essa definição está normalmente associada ao desenvolvimento de programas capazes de aprender com o ambiente em que são inseridos. Sistemas críticos e complexos são candidatos típicos à aplicação da IA e, nesse domínio, podemos destacar o uso de sistemas multiagentes (REVISTA JAVA MAGAZINE).

Os SMA incluem diversos agentes que interagem ou trabalham em conjunto, podendo compreender agentes homogêneos ou heterogêneos. Cada agente é basicamente um elemento capaz de resolução autônoma de problemas e opera assincronamente, com respeito aos outros agentes. Para que um agente possa operar como parte do sistema, é necessário a existência de uma infraestrutura que permita a comunicação e/ou interação entre os agentes que compõe o SMA (DEMAZEAU e MULLER, 1990) (Figura 15).

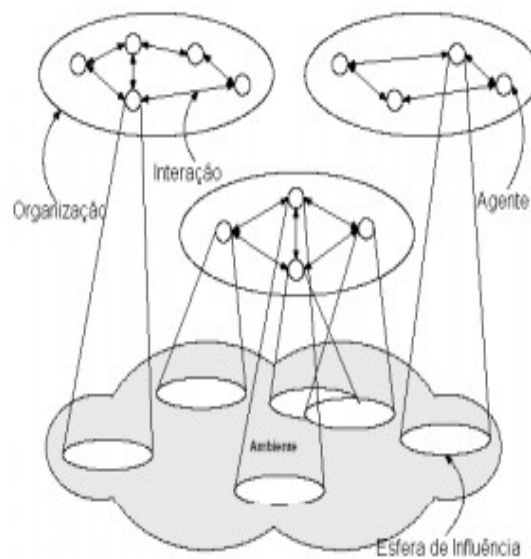


Figura 15: Estrutura de um Sistema Multiagente.

Fonte: Reis (2012).

Projetar agentes individualmente para desenvolver um *software* não é o suficiente. Além disso, não se projeta *software* com apenas um agente porque uma das características do agente é a comunicação, que só é possível quando existem mais agentes presentes no *software*. Logo, é necessário desenvolver um *software* projetando uma comunidade de agentes. Um *software* com uma comunidade de agentes é chamado de Sistema Multiagente (SMA) (GIRARDI, 2004).

De acordo com Reis (2012), a motivação principal dos SMA encontra-se relacionada com o fato de grande parte dos problemas mais frequentemente encontrados, serem inerentemente distribuídos de uma forma ou várias formas. Outras motivações estão relacionadas com:

- a dimensão do problema ser demasiado elevada para poder ser resolvido por um único agente monolítico;
- providenciar uma solução natural para problemas geográfico e/ou funcionalmente distribuídos;
- permitir uma interface cooperativa homem-máquina mais natural em que ambos funcionam como agentes no sistema.

Num SMA, os agentes que o compõem, podem estar a trabalhar em conjunto para atingir um só objetivo geral, ou rumo a objetivos individuais separados que podem, no entanto, estar relacionados, sendo desta forma necessária a interação entre os diferentes

agentes no sentido de atingirem os seus próprios objetivos (REIS, 2012). Os SMA oferecem potencialmente uma maior rentabilidade de recursos para problemas onde o conhecimento ou atividade é distribuído. Existem, desta forma, várias razões adicionais para a utilização de um SMA (STONE e VELOSO, 1996):

- o próprio domínio do problema o exige, por exemplo devido à distribuição espacial dos intervenientes;
- o paralelismo, atribuindo diferentes tarefas a diferentes agentes de forma a que a execução seja mais rápida;
- a robustez, pois utilizam-se diferentes agentes não existindo desta forma um ponto único de falha no sistema;
- a simplificação das tarefas individuais de programação, dividindo o problema global em vários subproblemas.

Para DeLoach e Wood (2001), o advento de sistemas multiagentes reuniu muitas disciplinas, em um esforço para construir sistemas inteligentes distribuídos e aplicações robustas. No entanto, segundo estes mesmos autores, muitas das nossas formas tradicionais de pensar e projetar o *software* não se encaixam no paradigma multiagentes e concluem que ao longo dos últimos anos, tem havido várias tentativas de criar ferramentas e metodologias para a construção de tais sistemas.

2.4.3 Metodologias de modelagem de agentes

Jennings (2000) descreve que as metodologias utilizadas no desenvolvimento de agentes inteligentes apresentam e direcionam o processo para abordar a construção de aplicações distribuídas, inteligentes e robustas. Atualmente, existem diversas metodologias para o desenvolvimento de agentes inteligentes, dentre as quais pode-se citar as metodologias GAIA, MASE, MESSAGE, PASSI, Prometheus, Prometheus AEOLus (derivação da Prometheus) e TROPOS (PONTES, 2010).

Considerando a multiplicidade de metodologias de modelagem de SMA, bem como as particularidades de cada uma, há a necessidade da escolha de uma metodologia dentre àquelas supracitadas que seja a mais adequada, de forma a atender aos objetivos desta pesquisa de tese. Para tal, esta pesquisa de tese se beneficiou do estudo de Pontes (2010) que trata da abordagem das referidas metodologias de modelagem de sistemas orientados a agentes. Em seu trabalho, Pontes (2010) enfatiza que para aplicações em

aprendizagem colaborativa, destacam-se as metodologias PASSI, Prometheus/Prometheus AEOLus e MASE, pois foram as que tiveram melhores notas no estudo comparativo redigido por ele. Entretanto, as metodologias Prometheus/Prometheus AEOLus possuem um conceituado diferencial em relação às demais metodologias, haja vista que são suficientemente completas, isto é, apoiam as fases de **especificação, análise, projeto e implementação**, conclui Pontes (2010).

Orientado pelo estudo de Pontes (2010) e seus resultados comparativos entre as metodologias de modelagem de agentes, e considerando que o modelo tecnológico concebido nesta pesquisa de tese demanda das fases **especificação, análise, projeto e implementação**, lança-se mãos da metodologia Prometheus e sua derivação Prometheus AEOLus para o desenvolvimento do modelo de tecnologia concebido. Na Figura 16 é ilustrada a visão geral da metodologia Prometheus AEOLus.

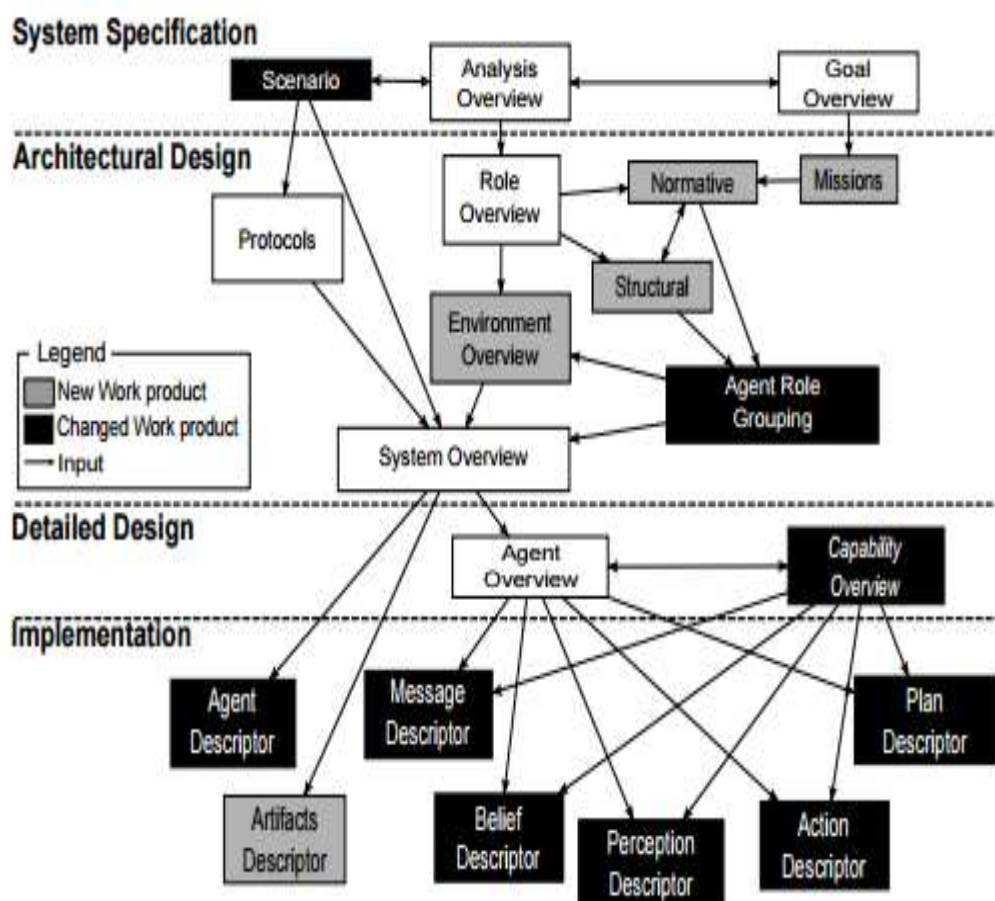


Figura 16: Visão geral do método Prometheus AEOLus.

Fonte: Padgham e Winikoff (2004).

De Pontes (2010), tem-se que a fase de *Especificação* visa criar uma definição clara e detalhada do sistema, descrevendo o que este deve fazer. Para isso, os cenários de uso do sistema e os objetivos são identificados. Na fase de *Projeto de arquitetura*, o comportamento do sistema começa a ser definido. Nessa fase são identificados os tipos de agentes que farão parte do sistema e os artefatos do ambiente. Também são definidos os aspectos organizacionais e como os agentes interagem entre si. A interação entre os agentes é descrita com base na descrição das mensagens e dos protocolos. Na fase de *Projeto detalhado*, acontece o detalhamento da estrutura interna do agente, especificando o que deve ser feito para que seus objetivos sejam atingidos. Na fase final, a fase de *Implementação*, alguns aspectos do sistema são refinados para facilitar a codificação (programação dos agentes).

Na fase de projeto de arquitetura o objetivo é definir os componentes que farão parte do sistema (dados, equipamentos e *software*). Nessa fase são definidos os papéis, a organização, o ambiente, os tipos de agentes e como se dá a interação entre os agentes no sistema. A definição desses elementos pode levar à revisão dos cenários e objetivos já definidos na fase anterior. Os papéis que poderão ser assumidos pelos agentes são definidos com base na descrição dos cenários. Um papel pode ser definido a partir da identificação de que um comportamento específico é necessário em alguma situação.

2.5 Trabalhos correlatos

Nesta seção, são apresentados e descritos trabalhos correlatos com a referente pesquisa de tese. Não é objetivo do estudo exaurir todos os trabalhos correlatos selecionados, entretanto se focou destacar dos mesmos aspectos como tipos de abordagens (teóricas e computacionais), referências teóricas básicas consideradas, metodologias de pesquisa e resultados obtidos. Este estudo comparativo entre os trabalhos é relevante, pois enfatiza as diferenças desta tese com os mesmos, permitindo assim destacar os pontos positivos e negativos, promovendo assim condições de avanços para o estado da arte em contextos de aprendizagem colaborativa com e/ou sem apoio de computador e suas tecnologias. Trabalhos como de Ounnas et al. (2008); Monteserin et al. (2010); Medina et al. (2013); Henry (2013) e Coto et al. (2014) são trazidos e explorados.

Em seu trabalho, Ounnas et al. (2008) apresentou um *framework* para auxiliar o professor na formação otimizada de grupos para a aprendizagem colaborativa baseada em

perfis de alunos. O *framework* proposto contém quatro componentes básicos, a saber: (i) *interface do estudante*, (ii) *a ontologia*, (iii) *a interface do instrutor* e (iv) *o gerador de grupos*. Dentre os quatro componentes supracitados, a *interface do aluno*, a *ontologia* e o *gerador de grupos* foram relevantes para esta pesquisa, em função de suas similaridades funcionais de sistema com os componentes do modelo de tecnologia proposto neste trabalho de tese, especificamente como os agentes AMPAR, AMFAR e o AACG, da arquitetura SMA-Hermes, a ser descrito na Seção 3.

Medina et al. (2013) avalia a eficiência da colaboração de grupo através de três indicadores de análises, entretanto somente dois destes são estudados e recontextualizados nas demandas metodológicas do modelo de tecnologia proposto neste trabalho, pelo fato destes indicadores permitirem observar o comportamento dos alunos em interação no AVEA ao longo de suas atividades de colaboração e assim auxiliar na formação otimizada de grupos baseado em perfis de autorrelatos. Os indicadores são os que seguem: (a) *indicadores de análise do aluno* e (b) *indicadores de análise do grupo*. A abordagem avaliativa de colaboração de grupo adotada por Medina et al. (2013) é contextualizada no referente trabalho através das variáveis de avaliação de colaboração de grupo *PCGj* (Potencial de Colaboração de Grupo) e *PMOA* (Pontuação Máxima Obtida na Atividade), a serem melhor detalhadas na Seção 3, desta tese.

Já Henry (2013) discute algoritmos já existentes para a formação de grupos e introduz o “*groupformation.org*”, um serviço livre de formação de grupos de código aberto baseado em algoritmos de agrupamento. Em seu trabalho, Henry (2013) considera que há três abordagens tradicionais para a formação de grupos de estudantes, a saber: (i) *Composição aleatória*, (ii) *Seleção auto* e (iii) *Composição manual pelo instrutor/Professor*. O autor (Henry, 2013) observa que ambas as formações têm deficiências significativas, a saber: a *atribuição aleatória* pode resultar em grupos muito desequilibrados e não é susceptível de produzir grupos efetivos; a *auto seleção* discrimina estudantes menos habilitados. No contexto desta tese, a formação *auto seleção*, adotada por Henry (2013), é correspondente à *formação livre* (os alunos escolhem seus próprios pares).

No trabalho de Coto et al. (2014), tem-se que muitas propostas de avaliação de processos colaborativos se concentram em tentar “medir” a participação do grupo na conclusão da atividade e não considera o aspecto individual. O autor chama atenção, que quando os professores avaliam todo um grupo igualmente, um desincentivo ao trabalho ocorre entre os estudantes porque alguns deles tendem a trabalhar menos e aproveitar os

esforços dos outros, aspecto chamado como “*free-riding*”. Coto et al. (2014) avalia a atividade colaborativa a partir de dois componentes, a saber: (i) o trabalho em grupo e (ii) contribuição individual de cada membro para o produto final, definindo os critérios de avaliação da atividade da seguinte forma: a) a medida em que o grupo mantém a estratégia para atingir o objetivo, b) o nível de integridade da atividade de acordo com os requisitos estabelecidos anteriormente e c) a contribuição individual de cada membro para o produto final.

Mostra-se na Tabela 4 um resumo comparativo entre os trabalhos correlatos apresentados e a referente pesquisa de tese. Estabeleceu-se em comparar aspectos como: (a) abordagens dos domínios da afetividade no apoio à aprendizagem colaborativa, (b) construção de perfis de alunos para formação de grupos colaborativos, (c) mensuração de perfis de alunos, (d) critérios de formação de grupos, (e) critérios de avaliação da aprendizagem de grupo e (f) abordagens computacionais de formação de grupos. O objetivo deste estudo comparativo é situar as contribuições desta pesquisa de tese para o avanço do estado da arte em formação otimizada de grupo para contextos de aprendizagem colaborativa mediada ou não por computador e suas tecnologias. Para avaliar o grau de contribuição de cada trabalho em relação aos aspectos comparados, adotou-se o seguinte critério: 0 (não-contempla) e 1 (contempla).

Tabela 4: Comparativo entre os Trabalhos relacionados Vs. Referente Tese.

Fonte: Autor (2016).

Aspectos técnico-metodológicos comparados	Trabalhos correlatos Vs. Referente pesquisa de tese					
	Ounnas et al. (2008)	Monteserin et al. (2010)	Medina et al. (2013)	Henry (2013)	Coto et al. (2014)	Referente Tese
Aborda domínios da afetividade	0	1	0	0	0	1
Aborda perfis de alunos	1	1	0	0	0	1
Mensura perfis de alunos	0	1	0	0	0	1
Critérios de formação de grupos	1	1	1	1	0	1
Critérios de avaliação da aprendizagem de grupo	0	0	1	1	1	1
Abordagens computacionais (modelagens e implementações)	1	0	0	0	0	1

Da Tabela 4, observa-se que somente dois dos trabalhos correlatos abordam perfis de alunos e somente esta pesquisa de tese mensura perfis de alunos. Nota-se, também, da Tabela 4, que somente um dos trabalhos correlatos traz contribuições acerca de implementações computacionais da abordagem de formação de grupos.

De acordo com Silva et al. (2004), a utilização de ferramentas computacionais que facilitem e apoiem um tomador de decisões a entender a natureza dos problemas aos quais ele está sujeito, se faz cada vez mais necessário neste século, à medida que as decisões exigem menores tempos de resposta para o seu sucesso, nesse sentido, a utilização de sistemas de IA, surge como uma excelente opção, pois esses possuem a capacidade de responderem de forma bastante ágil aos problemas. Em Stahl et al. (2006); Monteserin et al. (2010); Reis et al. (2014), tem-se que apesar de existirem pesquisas com foco na determinação de parâmetros que podem afetar a aprendizagem colaborativa, ainda assim existem grandes desafios a serem vencidos. Entre estes estão a carência de abordagens, métodos e ferramentas computacionais para a formação de grupos considerando as características individuais de seus membros, como por exemplo aspectos culturais, aspectos sociais, ideológicos, políticos, étnicos, diferentes línguas, valores e questões relacionadas ao gênero. Portanto, para contribuir na solução destas carências e avançar no estado da arte de estratégias para o fomento da aprendizagem colaborativa, esta pesquisa de tese modela e implementa o modelo de tecnologia SMA-Hermes, capaz de apoiar a formação de grupos para processos de aprendizagem colaborativa.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Considerando as teorias da metodologia da pesquisa científica de Silva e Menezes (2005); Barros e Lehfeld (2007) e Flick (2013), o desenvolvimento metodológico da referente pesquisa de tese é alicerçado em três fases básicas, a saber: a) **Fase decisória**, b) **Fase construtiva** e c) **Fase redacional**.

Para o detalhamento das fases metodológicas supracitadas, contextualizadas nesta pesquisa, optou-se pela especificação e descrição das mesmas através de mapas conceituais²¹, ilustrados por meio das Figuras 17 e 18.

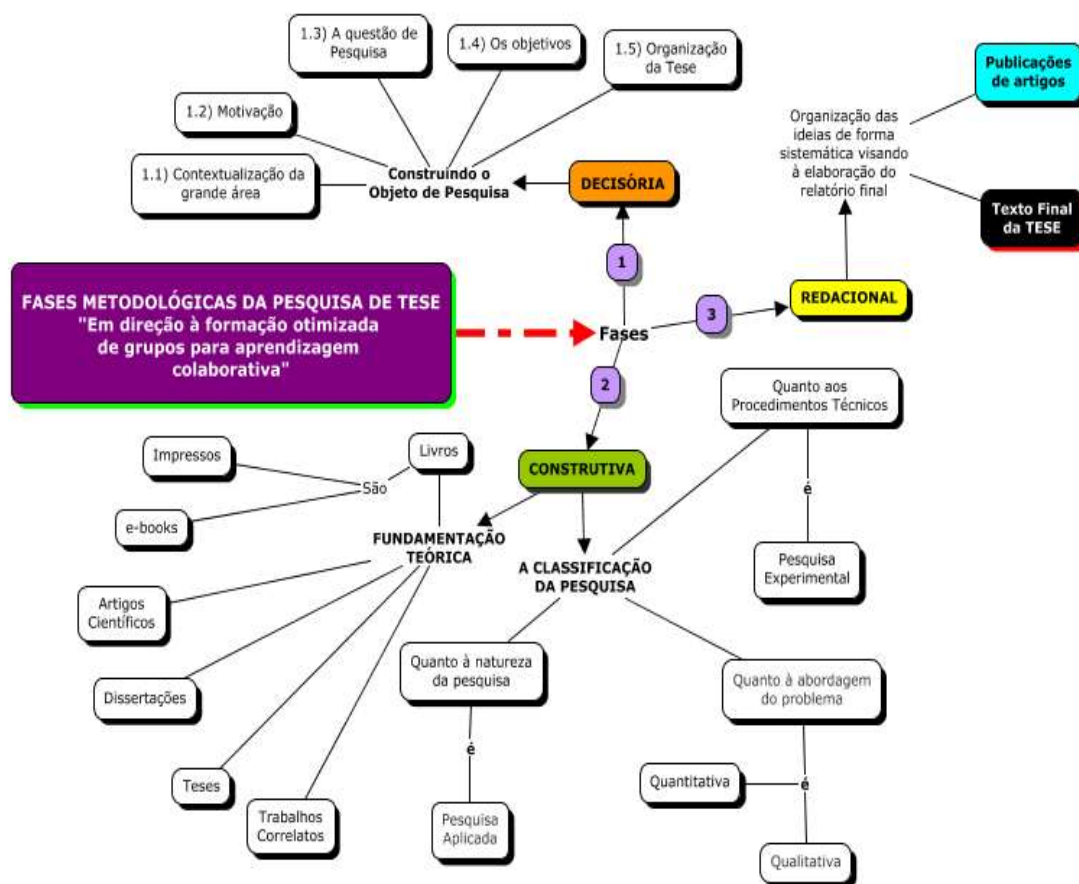


Figura 17: Mapa conceitual das fases metodológicas da pesquisa.

Fonte: Autor (2016).

²¹ São representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até o menos inclusivos. Fonte: <<http://penta2.ufrgs.br/edutools/mapasconceituais/defmapasconceituais.html>>. Acessado em 16 dez 2016.

A Figura 17 mostra o mapa conceitual da visão geral metodológica demandada pela a construção e desenvolvimento das investigações postuladas pela referente tese. A concepção do supracitado mapa foi pautada na assertiva de Lakatos e Marconi (2010), em que a pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Já na Figura 18, tem-se um detalhamento da **Fase construtiva** da pesquisa, especificamente a fundamentação teórica e pesquisa de campo.

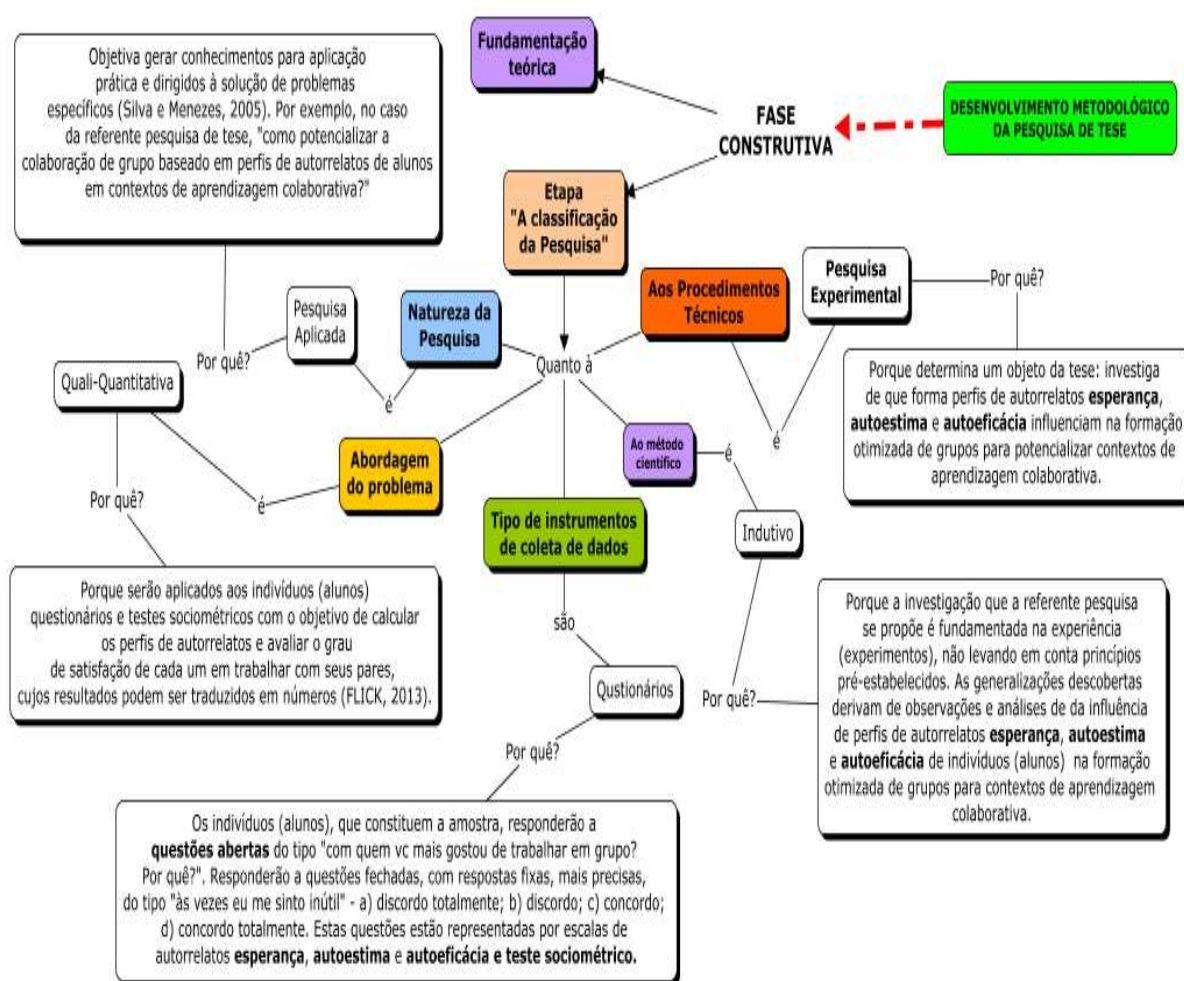


Figura 18: Mapa conceitual metodológico detalhado da fase construtiva.

Fonte: Autor (2016).

Visando atender à questão de pesquisa "*Como otimizar formações de grupos para potencializar a aprendizagem colaborativa considerando variáveis psicológicas positivas do indivíduo*", bem como alcançar seus objetivos geral e específicos, as próximas ações são de materializar as fases metodológicas especificadas e descritas

através dos mapas conceituais ilustrados nas Figuras 17 e 18. Portanto, orientado pelo contexto supracitado, as seguintes ações metodológicas são planejadas e executadas, a saber: a) concepção e implementação de um modelo de tecnologia capaz de apoiar a formação otimizada de grupos para aprendizagem colaborativa que considera perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos, b) experimentos para validar instâncias do modelo de tecnologia concebido.

3.1 A concepção do modelo de tecnologia

Nesta seção é descrita a concepção do modelo de tecnologia de apoio educacional à formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. À luz da tecnologia de agentes e da IAD, a concepção do supracitado modelo se constituiu das etapas de esboço da arquitetura geral do modelo, sua modelagem e implementação. As supracitadas etapas são descritas a seguir.

3.1.1 A arquitetura geral do modelo

O SMA-Hermes é uma ferramenta de código aberto criada para o apoio a formação de grupos em ambientes educacionais. Os componentes do SMA-Hermes são classificados em três tipos de entidades: os **Agentes**, as **Bases de Dados** e as **Interfaces de Visualização**. Os componentes Agentes foram desenvolvidos na linguagem Java, em conjunto com a linguagem *Jason*, que é um subconjunto da notação de objetos Javascript (Crockford, 2006), usada para intercâmbio de dados computacionais. As Base de Dados (BD), foram desenvolvidas com o SGBD MariaDB (Bartholomew, 2012) utilizando a linguagem SQL (Melton, 1996). A Interface de Visualização é subdividida em dois níveis, o *front-end*, o qual foi desenvolvido com HTML+CSS+Javascript (Goodman, 2002), o *beck-end*, que foi desenvolvido com a linguagem PHP (Bakken et al. 2000). A Figura 19 ilustra a arquitetura do modelo e em seguida são descritos seus componentes.

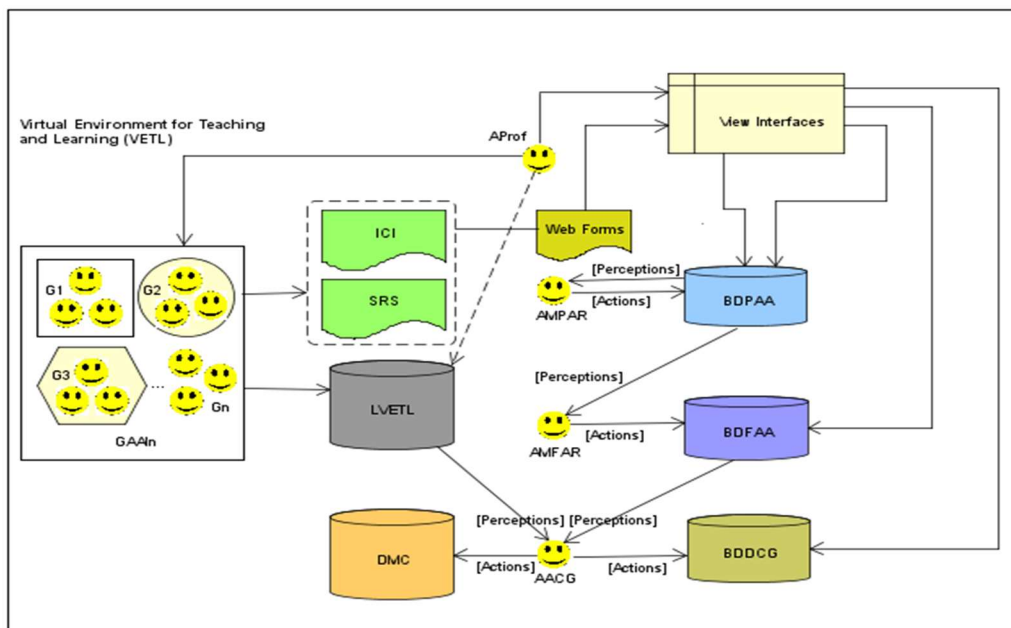


Figura 19: Arquitetura geral do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

- **Grupos de Agentes Alunos (GAAn):** representam grupos de alunos no AVEA, realizando suas atividades de aprendizagem dentro de uma perspectiva colaborativa, que buscam compartilharem suas habilidades sociais e cognitivas, decisões tomadas em prol do sucesso comum do grupo.
- **Agente Professor (AProf):** responsável pela formação do agrupamento inicial de alunos, pelo planejamento e organização dos conteúdos de ensino e aprendizagem da disciplina e gestão de alunos.
- **Agente AMPAR:** tem o objetivo de mensurar perfis de autorrelatos do aluno. O agente solicita à interface de visualização que disponibilize o TCLE aos alunos. Ao aceitar o termo, são coletados dados básicos sobre os alunos, como nome, idade e sexo. Em seguida, o aluno é instruído a responder às três escalas de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia. Ao responder as escalas, é mostrado ao aluno o seu perfil de autorrelatos obtido, baseado na Tabela 2. A concepção do agente AMPAR foi inspirada em uma arquitetura reativa simples com estado interno, conforme ilustra a Figura 20.

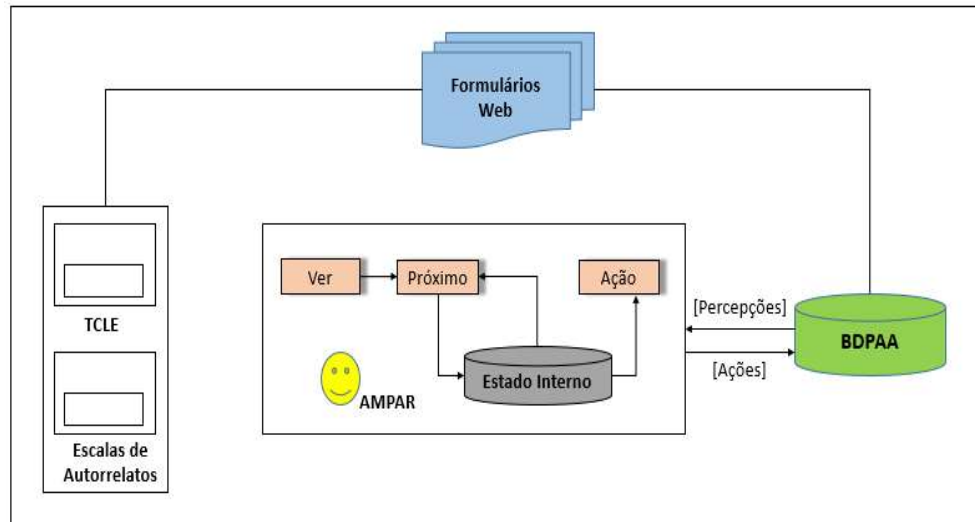


Figura 20: Estruturas internas do agente AMPAR

Fonte: Adaptado de Veras (2015).

- **Agente AMFAR:** responsável pela tarefa de calcular o Potencial de Colaboração do Aluno (*PCA*). Por definição, o *PCA* (*fitness*) é expresso por uma função matemática denominada função *fitness* ou função objetivo ($F_{fitness}$) definida da forma que segue na Equação (1).

$$PCA_k \triangleq \sum_{i=1}^3 a_{ki} = a_{k1} + a_{k2} + a_{k3} \quad (1)$$

onde:

$$a_{ki} \triangleq \begin{cases} 1, \leftrightarrow \text{se o PerfilAutorrelatoAluno for } B \\ 2, \leftrightarrow \text{se o PerfilAutorrelatoAluno for } MB \\ 3, \leftrightarrow \text{se o PerfilAutorrelatoAluno for } M \\ 4, \leftrightarrow \text{se o PerfilAutorrelatoAluno for } MA \\ 5, \leftrightarrow \text{se o PerfilAutorrelatoAluno for } A \end{cases}$$

- **Agente AACG:** responsável em calcular o Potencial de Colaboração do Grupo (*PCG_j*). Por definição, para o *j*-ésimo grupo, o *PCG_j* é calculado como na Equação (2).

$$PCG_j \triangleq \frac{1}{n_j} [(\sqrt{(A + B + C)})] \quad (2)$$

onde:

$$A = [(\sum_{k1=1}^{n_j} a_{jk1}) \times (\sum_{k1=1}^{n_j} a_{jk1})] \quad B = [(\sum_{k2=1}^{n_j} a_{jk2}) \times (\sum_{k2=1}^{n_j} a_{jk2})] \quad C = [(\sum_{k3=1}^{n_j} a_{jk3}) \times (\sum_{k3=1}^{n_j} a_{jk3})]$$

onde, n_g é o número de grupos, com $3n_g \leq FGG \leq 15n_g$

Para inferir o nível de colaboração de grupo, o agente AACG usa logs do AVEA em conjunto com o componente de mineração de dados (regras de associação), de forma a descobrir padrões de comportamentos colaborativos.

- **Bases de Dados:** são as Bases de Dados de Perfis de Autorrelatos do Aluno (BDPAA), Base de Dados de *Fitness* de Autorrelatos do Aluno (BDFAA), Base de Dados de Desempenho de Colaboração de Grupo (BDDCG) e *Logs* do AVEA (LAVEA).
- **Interfaces de visualização:** tem a função de apresentar os dados armazenados nas BDPAA, BDFAA, BDDCG e LAVEA sob a forma de relatórios de tabelas e gráficos. Além disso, o componente também dá suporte para exibição de outras informações através de formulários *Web*, como o TCLE e o questionário de autorrelatos, quando solicitado pelos agentes AProf e o AMPAR. A Figura 21 ilustra uma simulação do componente descrito, através da exibição do TCLE, um formulário e dois relatórios de perfis de autorrelatos do aluno.



Figura 21. Interfaces do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

A) TCLE. B) Formulário *Web* de Autorrelato esperança. C) Relatório gráfico de perfis de autorrelatos. D) Relatório de tabela de perfis de autorrelatos.

- **Componente de Mineração de Dados (CMD):** o CMD utilizado na arquitetura do SMA-Hermes é Regra de Associação (RA). Segundo Agrawal et al. (1993); Fayyad et al. (1996), RAs são algoritmos que têm por objetivo encontrar relações entre dados que ocorrem com determinada frequência e que possam ser utilizados para identificar padrões de comportamentos. O CMD permite identificar se o perfil inicial do aluno, definido inicialmente através de autorrelatos, se mantém ou se modifica durante o processo de aprendizagem. Em caso de modificação, é necessário redefinir novos grupos de aprendizagem com objetivo de otimizar a aprendizagem colaborativa.

Corroborando com as assertivas de Agrawal et al. (1993) e Fayyad et al. (1996), Gonçalves (2005); Tan et al. (2009) consideram que as Regras de Associação (RA) representam combinações de itens que ocorrem com uma determinada frequência em base de dados e, diante disso, se torna útil para descobrir relacionamentos importantes nestes dados, gerando informações relevantes para a tomada de decisão. As regras são usadas para descobrir padrões que descrevem características associadas entre os dados, e esses padrões descobertos são representados em forma de regras de implicação obtendo padrões indispensáveis (TAN et al., 2009). Uma regra de associação é tida como uma expressão de implicação no formato $X \rightarrow Y$, sendo que X e Y são conjuntos distintos de dados. Para a implicação $X \rightarrow Y$, X é o lado esquerdo da regra ou o antecedente e Y é o lado direito da regra, ou seja, o conseqüente, podendo ser interpretado como uma expressão lógica do tipo “*se X então Y*” (NOMELINI et al., 2010).

Uma das formas de obter as RA é através do algoritmo Apriori. O algoritmo Apriori, descrito por Tan et al. (2009), parte do pressuposto que, se um conjunto de itens (dados, informações) é frequente, então todos os seus subconjuntos também deverão ser frequentes, ou seja, se $\{x, y, z, \dots\}$ é um conjunto de itens frequentes, qualquer transação que contenha $\{x, y, z, \dots\}$ deve conter seus subconjuntos $\{x, y\}$, $\{x, z\}$, $\{y, z\}$, $\{z\}$, $\{x\}$, $\{y\}$. Para o contexto desta pesquisa de tese, tem-se regras de associação $p_1 \rightarrow p_2$, onde p_1 representa o perfil de autorrelatos (*esp, aes, aef*) do aluno e p_2 o seu papel associado a esse perfil, definido por alguma ontologia de colaboração. Por exemplo, seja p_1 o perfil de autorrelato do aluno e p_2 o seu papel. Portanto, “*se p_1 for o perfil do aluno então p_2 é o papel dele no grupo*”. Por exemplo, suponhamos que um aluno p_1 tenha um perfil de

autorrelato $A_k = (esp: MA; aes: A; aef: A)$ e papel p_2 : “resolver conflitos de grupo”. Portanto, a regra de associação seria do tipo $A_k \rightarrow p$, ou seja, um aluno com esse perfil tem que desempenhar o papel de resolver conflitos de grupo e se não ocorrer esse comportamento do aluno, haveria uma intervenção do sistema ou do professor.

Da Tabela 1, Seção 2.2, desta tese, pode-se extrair e definir alguns outros papéis e/ou comportamentos do aluno em interação no AVEA e associá-los aos perfis de autorrelatos de alunos, e assim poder estar modelando a RA, conforme exemplificado acima. Por exemplo, seja X o conjunto de perfis de autorrelatos e Y o conjunto de papéis $\{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ e, então teremos, da Tabela 1:

$X_1: X_1 = \{esp:A; aes: A; aef: A\};$

$X_2: X_2 = \{esp: B; aes: B; aef: B\};$

y_1 : tem prazer de interagir interpessoalmente;

y_2 : tem prazer de ajudar os outros;

y_3 : motiva o grupo;

y_4 : são proativos;

y_5 : fracassam e desistem facilmente;

y_6 : apresentam percepções de incapacidades;

y_7 : ficam desanimados

Então, algumas RA, para esse exemplo, seriam conforme segue abaixo:

$RA_1: \{esp:A; aes: A; aef: A\} \rightarrow$ tem prazer de interagir interpessoalmente;

$RA_2: \{esp:A; aes: A; aef: A\} \rightarrow$ tem prazer de ajudar os outros;

$RA_3: \{esp:A; aes: A; aef: A\} \rightarrow$ motiva o grupo;

$RA_4: \{esp:A; aes: A; aef: A\} \rightarrow$ são proativos;

$RA_5: \{esp: B; aes: B; aef: B\} \rightarrow$ fracassam e desistem facilmente;

$RA_6: \{esp: B; aes: B; aef: B\} \rightarrow$ apresentam percepções de incapacidades;

$RA_7: \{esp: B; aes: B; aef: B\} \rightarrow$ ficam desanimados

3.2 A modelagem do SMA-Hermes

A modelagem de sistemas é o processo de desenvolvimento de modelos abstratos de um sistema, de maneira que cada modelo apresenta uma visão ou perspectiva diferente do sistema. Atualmente, a modelagem se tornou a representação de um sistema usando algum tipo de notação gráfica, que hoje em dia quase sempre são baseadas em notações

em UML (do inglês *Unified Modeling Language*) e suas extensões, de forma a ajudar a entender as funcionalidades do sistema²²²³. A modelagem do SMA-Hermes envolve as fases de *Especificação do Sistema*, *Projeto Arquitetural*, *Projeto Detalhado* e a *Implementação*.

3.2.1 Especificação do sistema

Esta etapa tem por objetivo especificar os seguintes requisitos de sistema: a) metas e submetas com descritores associados, b) definir um conjunto de funcionalidades que são associadas a uma ou mais metas do sistema que capturam uma parte do comportamento deste e c) descrever a interface entre os agentes e o ambiente no qual eles estão situados, em termos de percepções e ações. Ao final desta fase, alguns artefatos são gerados, tais como *Diagramas de Metas*; *Descritores de Metas*; *Cenários*; *Diagrama de Funcionalidades* e *Descritores de Funcionalidades*.

3.2.1.1 Especificação de metas

A especificação de metas e submetas são responsáveis por capturar as metas do sistema. Esta fase inicial é muito importante pois fornecerá a base para a construção da arquitetura dos agentes. O SMA-Hermes é desenvolvido orientado a aprendizagem colaborativa devendo apoiar o professor na sua ação didática através da formação otimizada de grupos baseada em perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos. Analisando esta breve descrição do sistema, é possível extrair um conjunto de metas e submetas relevantes do SMA-Hermes, conforme é apresentado e descrito na Tabela 5 e na Figura 22, onde é ilustrado através de diagrama de metas, baseado na metodologia Prometheus, utilizando a ferramenta PDT²⁴ (do inglês de *Prometheus Design Tool*).

²² http://homepages.dcc.ufmg.br/~cesarfmc/classes/es/Capitulo_05.pdf

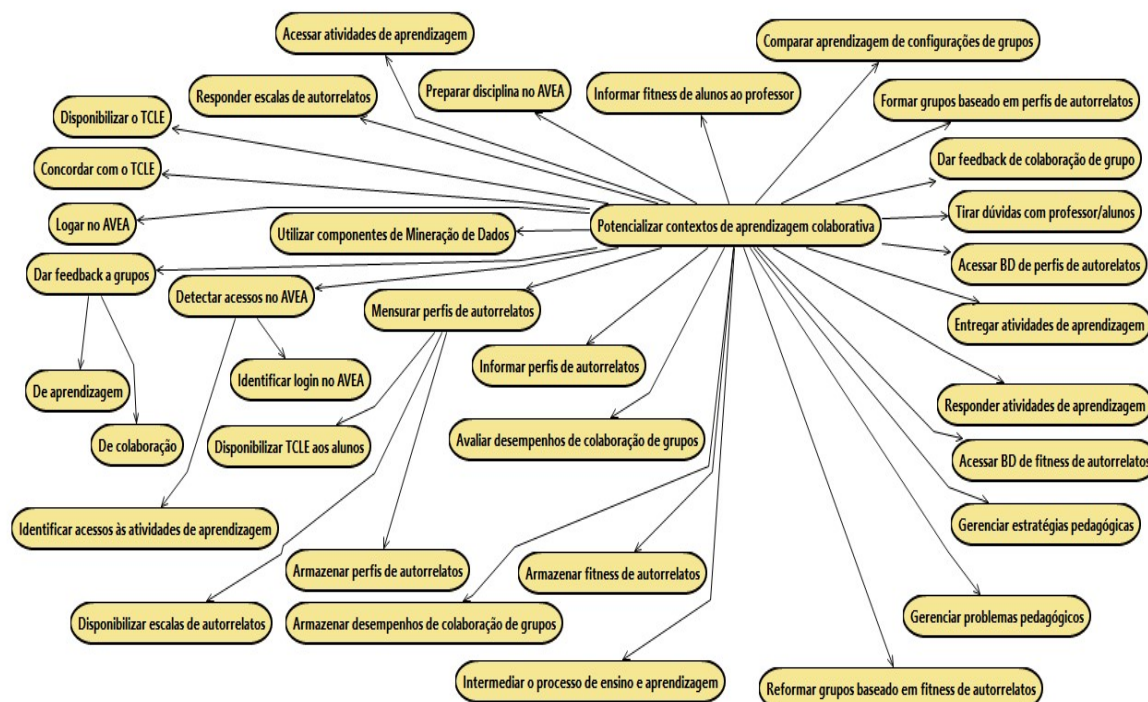
²³ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem>

²⁴ Disponível em: <<https://sites.google.com/site/rmitagents/>>. Acessado em 18 dez 2016.

Tabela 5: Conjunto de metas e submetas relevantes do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

METAS DO SISTEMA/OBJETIVOS	SUBMETAS
1. Detectar acessos no AVEA	O sistema deve identificar <i>login</i> ao AVEA e acesso às atividades de aprendizagem
2. Mensurar perfis de autorrelatos	O sistema deve disponibilizar o TCLE aos alunos. Disponibilizar escalas de autorrelatos, responder escalas de autorrelatos, mensurar perfis de autorrelatos de alunos, informar perfis de autorrelatos, armazenar perfis de autorrelatos em BDPAA.
3. Mensurar <i>fitness</i> de perfis de autorrelatos	O sistema deve acessar a BDPAA, mensurar <i>fitness</i> de autorrelatos, armazenar <i>fitness</i> de perfis de autorrelatos na BDFAA.
4. Avaliar desempenho da aprendizagem colaborativa	O sistema deve acessar <i>logs</i> do AVEA, deve acessar BDFAA, deve utilizar CMD, deve armazenar desempenhos de colaboração de grupos.
5. Preparar sala no AVEA	O sistema deve acessar BDFAA, deve acessar BDFAA, formar grupos baseado em perfis de autorrelatos e definir atividades de aprendizagem colaborativa.
6. <i>Feedback</i> aos grupos	O sistema deve ser capaz de dar <i>feedback</i> aos grupos de níveis de colaboração, assim como de aprendizagem.
7. Reconfigurar formações de grupos	O sistema deve acessar BDDCG.

**Figura 22:** Diagrama de metas baseado em aprendizagem colaborativa.

Fonte: Autor (2016).

3.2.1.2 Especificação de funcionalidades

Nesta etapa da modelagem são gerados o *Diagrama de Funcionalidades*, os *Descritores de Funcionalidades* e a *interface* entre o ambiente e SMA (PONTES, 2010). Na Figura 23 é mostrada a legenda do Diagrama de Funcionalidades adotada pela metodologia Prometheus e na Figura 24 é mostrado o referido diagrama.

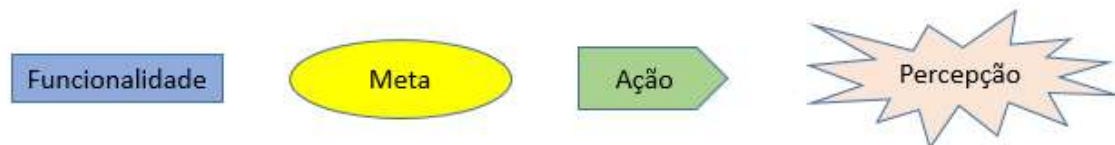


Figura 23: Legenda do Diagrama de Funcionalidades da metodologia Prometheus.

Fonte: Adaptado de Fontes (2010).

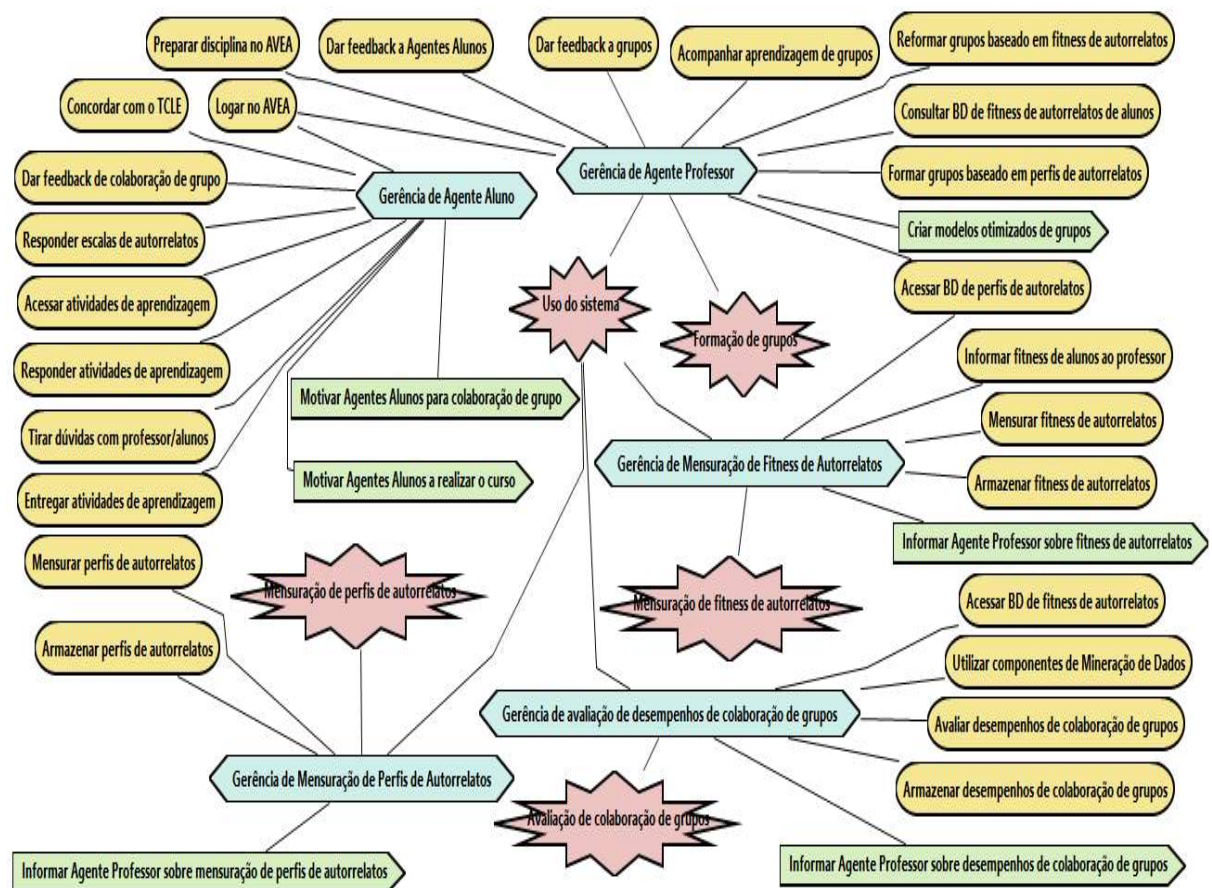


Figura 24: Diagrama de funcionalidades do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

Pontes (2010) ressalta que a interface entre o ambiente e o sistema multiagente é descrita em termos de percepções e ações. A seguir, baseado no diagrama ilustrado na Figura 24, são descritas as percepções e ações do SMA-Hermes:

Percepções: entradas perceptivas do agente em qualquer momento dado (RUSSELL e NORVIG, 2013).

- **Uso do sistema:** percepção relacionada às funcionalidades Gerenciamento de Aluno, Gerenciamento de Professor, Gerenciamento de Agente de Mensuração de Perfis de Autorrelatos, Gerenciamento de Agente de Mensuração de *Fitness* de Autorrelatos e Gerenciamento de Agente Avaliador de Colaboração de Grupos. Essas funcionalidades representam o uso do sistema por esses atores que possibilitam, posteriormente, a criação de modelos otimizados de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa.

- **Mensuração de perfis de autorrelatos:** percepção relacionada à funcionalidade Gerenciamento de Mensuração de Perfis de Autorrelatos. Essa funcionalidade representa a mensuração de perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia por esse agente, possibilitando posteriormente disponibilizar ao professor no auxílio à formação de grupos baseados em tais perfis.

- **Formação de grupos:** percepção relacionada à funcionalidade Gerência de Professor. Essa funcionalidade representa a requisição feita pelo professor para formação de grupos colaborativos baseadas em perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos, *fitness* de autorrelatos e desempenhos de colaboração de grupos.

- **Mensuração de *fitness* de autorrelatos:** percepção relacionada à funcionalidade Gerência de Mensuração de *Fitness* de Autorrelatos. Essa funcionalidade representa a mensuração de *fitness* (aptidão) de cada perfil de autorrelato de aluno através de uma *função objetivo* (modelo matemático). A *função objetivo* estima a probabilidade de cada perfil de autorrelato esperança, autoestima e autoeficácia em colaborar.

- **Avaliação de colaboração de grupos:** percepção relacionada à funcionalidade Gerência de Avaliação de Colaboração de Grupos. Essa funcionalidade representa a avaliação de desempenho de grupos baseado em *fitness* de autorrelatos de esperança,

autoestima e autoeficácia de alunos, possibilitando, posteriormente, a formação otimizada de grupos para contextos aprendizagem colaborativa.

Ações: são tarefas e/ou papéis que o agente é capaz de realizar. Elas podem ser “externas”, quando alteram o ambiente, ou internas, quando alteram somente as crenças do agente, sem afetar o ambiente (RUSSELL e NORVIG, 2013).

As principais ações desejadas pelo SMA-Hermes são as que seguem listadas abaixo.

- **Motivar alunos a realizar o curso:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Aluno, representa a ação de motivar o aluno a realizar o curso até o seu final.

- **Motivar alunos para colaboração de grupo:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Aluno, representa a ação de motivar o aluno à colaboração de grupo.

- **Informar professor sobre mensuração de perfis de autorrelatos:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Agente de Mensuração de Perfis de Autorrelatos, representa a ação do agente de informar ao professor sobre a mensuração de perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos.

- **Informar professor sobre *fitness* de autorrelatos:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Agente de Mensuração de *Fitness* (aptidão ou qualidade) de autorrelatos de cada aluno para trabalho de grupo, representa a ação do agente de notificar o professor sobre a aptidão de cada perfil de autorrelato do aluno para trabalho de grupo.

- **Informar professor sobre otimização de grupos:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Agente Avaliador de Colaboração de Grupos, representa a ação do agente de notificar o professor sobre os desempenhos de colaboração dos grupos baseados nos *fitness* de autorrelatos de alunos, possibilitando, posteriormente, a criação de modelos otimizados de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa.

- **Criar modelos otimizados de grupos:** ação relacionada à funcionalidade Gerência de Professor, representa a ação de criação de modelos de grupos otimizados para contextos de aprendizagem colaborativa.

Segundo Pontes (2010), é importante, também, descrever todas as fontes de dados usadas na arquitetura de sistema. Portanto, baseado, neste contexto, a seguir são descritas as fontes de dados que constituem o SMA-Hermes.

- **Base de dados de perfis de autorrelatos de alunos (BDPAA):** é uma base de dados que armazena os perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia* dos alunos. Sendo para as três variáveis psicológicas positivas níveis de baixo (B), médio baixo (MB), médio (M), médio alto (MA) e alto (A), conforme descrito na Tabela 2, Seção 2.2. Além dos perfis de autorrelatos, informações do tipo *nome*, *sexo* e *idade* de cada aluno são armazenadas nessa base de dados.

- **Base de dados de *fitness* de autorrelatos de alunos (BDFAA):** é uma base de dados que armazena os *fitness* (aptidão ou qualidade) de autorrelatos de cada aluno para colaboração de grupo.

- **Base de dados de desempenhos de colaboração de grupos (BDDCG):** é uma base de dados que armazena os desempenhos de colaboração de cada grupo baseado nos *fitness* de autorrelatos dos alunos.

- **Logs do Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (LAVEA):** é uma base de dados do próprio AVEA. Dados do aluno, tais como *logs* de acesso e *logs* de atividades são dados armazenados no LAVEA.

3.2.1.3 Desenvolvimento de cenários

Para Pontes (2010), os cenários mostram uma sequência de passos que descrevem o fluxo do processo no sistema para atingir uma dada meta. Em outras palavras, tentam demonstrar um processo comum sendo executado no sistema. Em alguns casos, na etapa de desenvolvimento de cenários, outras metas são desenvolvidas para completar aspectos que antes não foram visualizados em uma análise prévia. A Figura 25 mostra o diagrama de cenários, contendo um conjunto de cenários e a relação entre eles. Em seguida é descrito cada cenário individualmente, através das Tabelas 6 e 7.

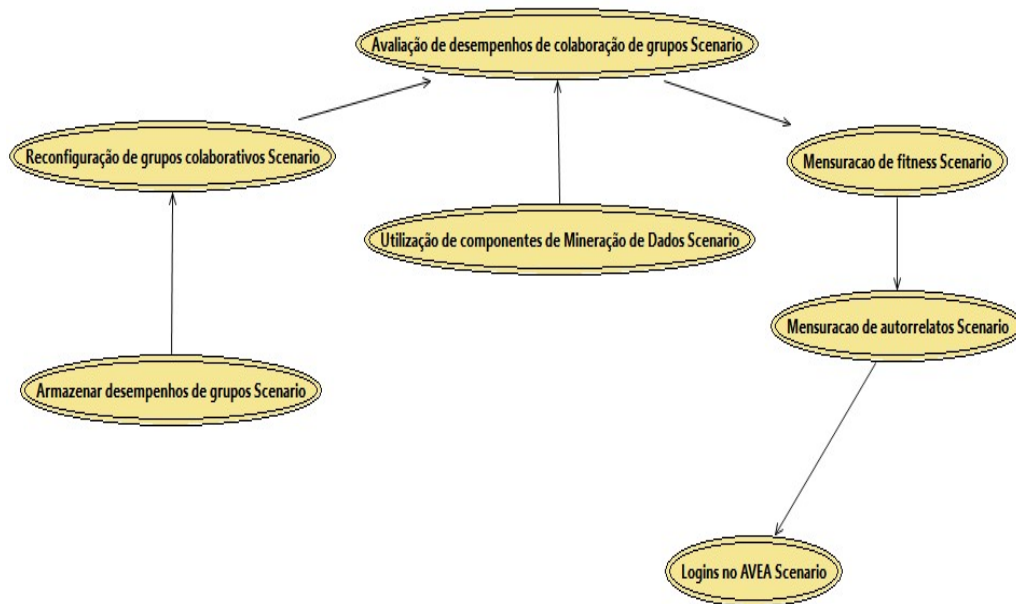


Figura 25: Diagrama de Cenários do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

Tabela 6: Utilização de Componentes de Mineração de Dados.

Fonte: Adaptado de Pontes (2010).

Nome	Cenário Utilização de componentes de Mineração de Dados						
Descrição	Cenário que descreve a utilização de componentes de Mineração de Dados						
Trigger	Realizado por agente devido a avaliação de colaboração de grupos						
Passos	#	Tipo	Nome	Funcionalidade associada	Descrição do passo	Dados usados	Dados produzidos
	1	Meta	Utilização de componentes de Mineração de Dados	Gerência de avaliação de desempenhos de colaboração de grupos	Monitoramento do uso do sistema por parte do agente avaliador de colaboração de grupos	Base de Dados de <i>fitness</i> de autorrelatos	Base de Dados de desempenhos de colaboração de grupos
	2	Ação	Informar Agente Professor sobre desempenhos de colaboração de grupos	Gerência de avaliação de desempenhos de colaboração de grupos	Criação da Base de Dados de desempenhos de colaboração de grupos baseado no monitoramento dos grupos no uso do sistema	-	-
	3	Cenário	Cenário avaliação de desempenhos de colaboração de grupos	-	-	-	-

Tabela 7: Cenário Reconfiguração de grupos colaborativos.

Fonte: Adaptado de Pontes (2010).

Nome	Cenário Reconfiguração de grupos colaborativos						
Descrição	Cenário que descreve a reconfiguração de grupos colaborativos						
Trigger	Requisição do facilitador no início e/ou durante o processo. Feito de forma autônoma por um agente.						
Passos	#	Tipo	Nome	Funcionalidade Associada	Descrição do passo	Dados usados	Dados produzidos
	1	Percepção	Requisição de formação de grupos	Formação de grupos	Requisição de formação de grupos pelo facilitador	Base de Dados de desempenhos de colaboração	-
	2	Meta	Comparar aprendizagem de configurações de grupos	Formação de grupos	Comparação de aprendizagem de formações de grupos baseadas em <i>fitness</i> de autorrelatos	Base de Dados de desempenhos de colaboração de grupos	-
	3	Ação	Criar modelos otimizados de grupos	Formação de grupos	Potenciais modelos de grupos para colaboração em alta performance	Base de Dados de <i>fitness</i> de autorrelatos	-
	4	Cenário	Cenário <i>feedback</i> a Agentes Alunos e a grupos	-	-	-	-

3.2.2 Projeto arquitetural

Após a especificação de sistema, a próxima etapa do processo de modelagem é o projeto de arquitetura (PADGHAM e WINIKOFF, 2004) (PONTES, 2010). Esta etapa é dividida em três atividades, a saber: (a) decidir os tipos de agentes que constituirão o sistema, (b) descrever as interações entre os agentes no sistema através de diagramas de interação e protocolos de interação e (c) desenvolver a arquitetura global do sistema, através de um diagrama de sistema panorâmico. Este diagrama captura os tipos de agentes do sistema, além dos limites destes em termos de percepções e ações.

3.2.2.1 Decidindo os tipos de agentes

O passo mais importante da etapa do projeto de arquitetura é a atividade de decidir os tipos de agentes que constituirão a arquitetura de sistema (PONTES, 2010). Este processo é realizado da forma que segue: (i) agrupar funcionalidades em torno dos agentes; (ii) rever o agrupamento considerando o diagrama de conhecimento dos agentes e (iii) desenvolver os descritores de agentes. No sistema existem funcionalidades que são correlatas e uma das formas de verificar é analisando o diagrama de acoplamento de dados, que mostra o relacionamento entre as funcionalidades e as diversas fontes de dados do sistema. A lógica usada aqui, é que, se as funcionalidades estão relacionadas a fontes de dados correlatas, elas naturalmente estão relacionadas entre si.

(i) Agrupando funcionalidades: uma forma de decidir os tipos de agentes que constituem a arquitetura de sistema é agrupando as funcionalidades em torno dos agentes (PONTES, 2010). Para Pontes (2010), no sistema existem funcionalidades que são correlatas e conclui que uma das formas de verificar, isto é, analisando o diagrama de acoplamento de dados, que mostra o relacionamento entre as funcionalidades e as diversa fontes de dados do sistema. A lógica usada aqui, de acordo com Pontes (2010), é que, se as funcionalidades estão relacionadas a fontes de dados correlatas, elas naturalmente estão relacionadas entre si. O diagrama de acoplamento de dados da arquitetura de agentes do SMA-Hermes é mostrado na Figura 26.

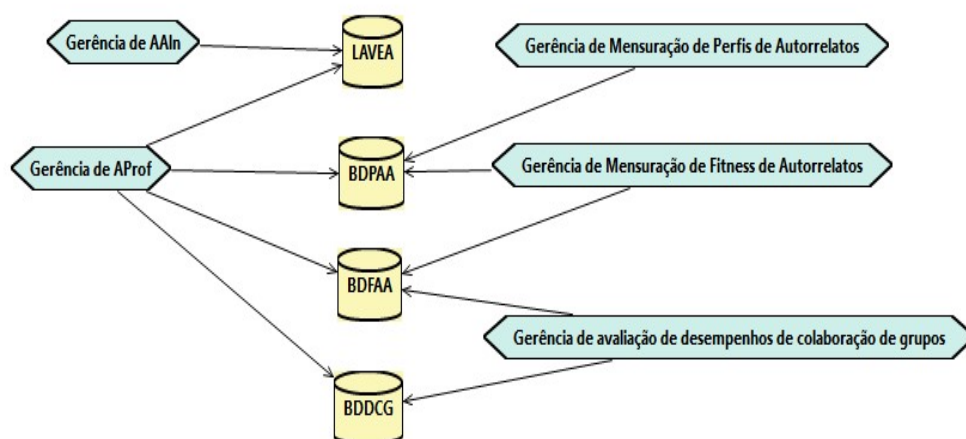


Figura 26: Diagrama de Acoplamento de Dados do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

(ii) **Revedo o agrupamento de agentes:** analisando o diagrama de acoplamento de dados e as funções inerentes ao sistema, é possível realizar o agrupamento das funcionalidades em termos de agentes para o SMA-Hermes. O diagrama de agente-funcionalidade, que está ilustrado na Figura 27, apresenta este agrupamento.

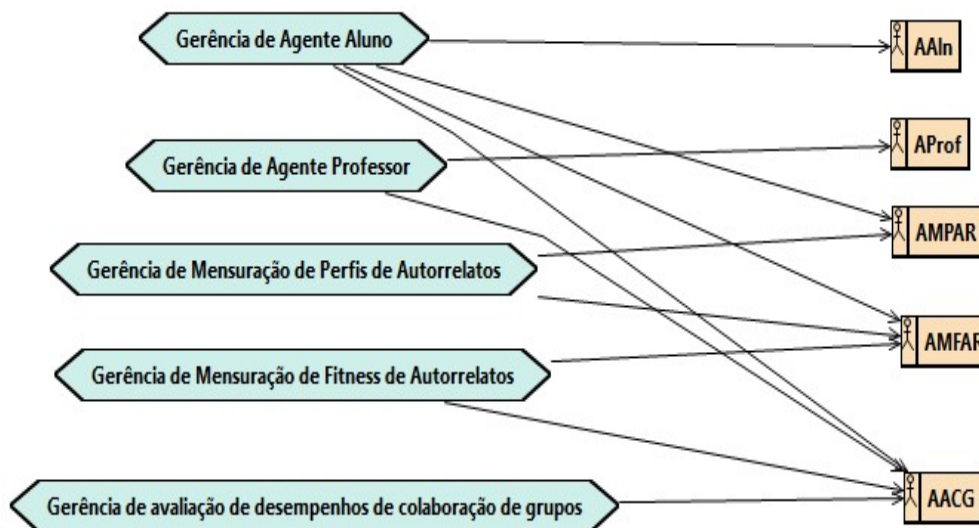


Figura 27: Diagrama de Agente-Funcionalidade do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

(iii) **Descrivendo os agentes:** nesta seção são apresentados os descritores dos agentes que constituem o SMA-Hermes. Estes descritores mostram uma visão geral dos agentes (humanos e artificiais) e suas funções, além de todas as entidades às quais eles estão relacionados. Os descritores são especificados através das Tabelas 8 a 12.

Tabela 8: Descritor *AAIn*.

Fonte: Autor (2016).

Nome	AgenteAluno (AAIn)
Descrição	agente principal do processo ensino e aprendizagem colaborativo apoiado por computador; utiliza as tecnologias de informação e comunicação no desenvolvimento de suas atividades de aprendizagem colaborativa no AVEA.
Funcionalidades	gerência de agente aluno.
Usa dados	AVEA.
Produz dados	<i>logs</i> de interações no AVEA (<i>logs</i> de acesso, de atividades e de colaboração de grupos)
Metas	logar no AVEA; concordar com o TCLE; responder a escalas de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia; acessar e responder atividades de aprendizagem; entregar atividades de aprendizagem; dar <i>feedback</i> a grupos; tirar dúvidas com o agente professor e/ou agente aluno
Responde Percepções	<i>logs</i> de acesso e <i>logs</i> de atividades
Executa Ações	motivar agentes alunos para potencializar colaboração de grupo; motivar agentes alunos a realizar o curso

Tabela 9: Descritor *AProf*.

Fonte: Autor (2016).

Nome	Agente Professor (AProf)
Descrição	agente responsável por intermediar o processo de ensino e aprendizagem; preparar os conteúdos do curso no AVEA.
Funcionalidades	gerência de agente professor.
Usa dados	logs do AVEA, BDPAA, BDFAA e BDDCG.
Produz dados	comparações de desempenhos de colaboração de grupos
Metas	logar no AVEA; preparar os conteúdos do curso no AVEA; formar grupos baseado em perfis de autorrelatos; dar <i>feedback</i> a grupos; gerenciar estratégias pedagógicas; reformar grupos baseado em <i>fitness</i> de autorrelatos.
Responde Percepções	logs de acesso; <i>feedback</i> de atividades.
Executa Ações	criar modelos otimizados de grupos.

Tabela 10: Descritor AgenteMensuraAutorrelatos (AMPAR).

Fonte: Autor (2016).

Nome	AgenteMensuraAutorrelatos (AMPAR)
Descrição	agente responsável por mensurar perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de agentes alunos em níveis baixo (B), médio baixo (MB), médio (M), médio alto (MA) e alto (A).
Funcionalidades	gerência de mensuração de perfis de autorrelatos.
Usa dados	logs do AVEA (LAVEA) e BDPAA.
Produz dados	perfis de autorrelatos de agentes alunos.
Metas	mensurar perfis de autorrelatos, armazenar perfis de autorrelatos.
Responde Percepções	início das respostas às escalas de autorrelatos, detecção de erros nas respostas às escalas de autorrelatos.
Executa Ações	informar professor sobre mensuração de perfis de autorrelatos

Tabela 11: Descritor AgenteMensuraFitnessAutorrelatos (AMFAR).

Fonte: Autor (2016).

Nome	AgenteMensuraFitnessAutorrelatos (AMFAR)
Descrição	agente responsável por mensurar <i>fitness</i> (desempenho) de autorrelatos de agentes alunos baseado nos perfis de autorrelatos.
Funcionalidades	gerência de mensuração de <i>fitness</i> de autorrelatos.
Usa dados	BDPAA, BDFAA.
Produz dados	<i>fitness</i> de autorrelatos de agentes alunos
Metas	acessar BDPAA, mensurar <i>fitness</i> de autorrelatos de agentes alunos; armazenar <i>fitness</i> de autorrelatos de agentes alunos.
Responde Percepções	requisição de mensuração de perfis de autorrelatos; requisição de armazenamento de perfis de autorrelatos de agentes alunos.
Executa Ações	informar agente professor sobre <i>fitness</i> de autorrelatos.

Tabela 12: Descritor AgenteAvaliadorColaboração (AACG).

Fonte: Autor (2016).

Nome	AgenteAvaliadorColaboração (AACG)
Descrição	agente responsável por avaliar desempenhos de colaboração de grupos baseado em <i>fitness</i> de autorrelatos.
Funcionalidades	gerência de avaliação de desempenhos de colaboração de grupos.
Usa dados	BDPAA, BDDCG.
Produz dados	desempenhos de colaboração de grupos baseado em <i>fitness</i> de autorrelatos.
Metas	acessar BDFAR, utilizar CMD; avaliar desempenhos de colaboração de grupos; armazenar desempenhos de colaboração de grupos (BDDCG)
Responde Percepções	requisição de mensuração de <i>fitness</i> de autorrelatos; requisição de avaliação de desempenhos de colaboração de grupos.
Executa Ações	informar agente professor sobre desempenhos de colaboração de grupos.

3.2.2.2 Descrevendo interações entre os agentes

Diagramas de sequência mostram as interações entre os atores e o sistema, e entre os componentes do sistema (LARMAN, 2007) (SOMMERVILLE, 2011). Em sistemas multiagentes a comunicação é essencial para que o processo colaborativo seja bem-sucedido. Na modelagem dos agentes é necessário especificar os protocolos de interação entre eles (PONTES, 2010).

Na modelagem do SMA-Hermes, um protocolo de interação é desenvolvido: *o protocolo de formação otimizada de grupos*. O processo de formação otimizada de grupos envolve todos os agentes do SMA-Hermes, conforme ilustrado na Figura 28, através do diagrama de interação UML (do inglês *Unified Modeling Language* – Linguagem Unificada de Modelagem).

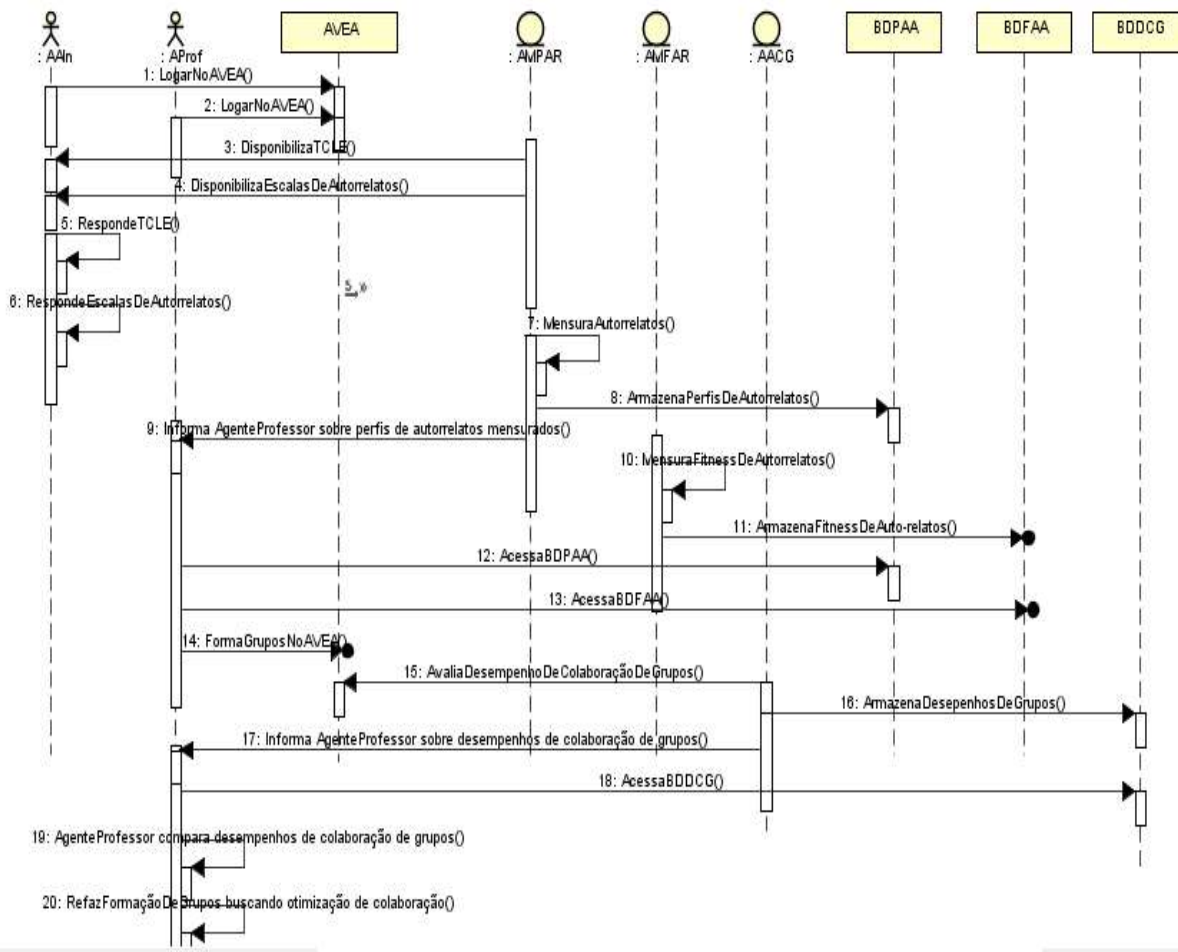


Figura 28: Protocolo de formação de grupos do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

O **Diagrama de Sequência** (ou Diagrama de Sequência de Mensagens) é um diagrama usado em UML, representando a sequência de processos (mais especificamente, de mensagens passadas entre os componentes do SMA-Hermes). O *protocolo de formação otimizada de grupos* do SMA-Hermes foi especificado utilizando a ferramenta *Astah Professional 7.0.0*²⁵.

Da Figura 28, tem-se que a sequência de interação se inicia logo após o *login* dos agentes AAln e AProf no AVEA, logo em seguida, o agente AMPAR disponibiliza ao aluno o TCLE, de forma que este participe respondendo às escalas de autorrelatos. Efetivada esta etapa, os perfis de autorrelatos dos alunos são calculados pelo AMPAR, e armazenados na base de dados BDPAA do SMA-Hermes à disposição do AProf para a formação do agrupamento inicial de alunos. A partir deste ponto, os agentes AMFAR e

²⁵ Disponível em: <<http://astah.net/>>. Acessado em 18 dez 2016.

AACG são encarregados de calcular, respectivamente, o *PCA* e o *PCG_j*, armazenando seus resultados nas respectivas bases de dados de *fitness* à disposição do AProf e do subsistema para reconfigurações de grupos.

O processo de aprendizagem é dinâmico, simulando um processo evolutivo, exigindo o monitoramento do desempenho dos grupos, baseado na atuação de cada aluno, através de dados conectivos armazenados nos bancos de dados LAVEA, BDDCG e nos resultados do CMD. Durante o processo de aprendizagem, toda vez que é necessário, o sistema sugere novos arranjos nos grupos visando aumentar o *PCG_j*, e conseqüentemente o *FGG*, para melhor adequar os alunos com baixos desempenhos em grupos que ofereçam maior compatibilidade com seu perfil e o auxiliam no processo de aprendizagem.

3.2.3 Projeto detalhado

Após realizar partes da modelagem do SMA-Hermes isoladamente, segue o desenvolvimento do diagrama da estruturação global do sistema, que mostra de uma forma global as diversas partes que compõem o sistema multiagente. Este diagrama é mostrado na Figura 29. O diagrama da Figura 29 apresenta uma visão geral dos agentes envolvidos no apoio à formação otimizada de grupos. Neste diagrama podemos ver, também, todas as percepções e ações necessárias a estes agentes para possibilitar que eles cumpram as metas com eficácia, além de todas as fontes de dados que os agentes usam e/ou produzem no processo. Além disso, o diagrama contempla a comunicação entre eles através dos protocolos de interação.

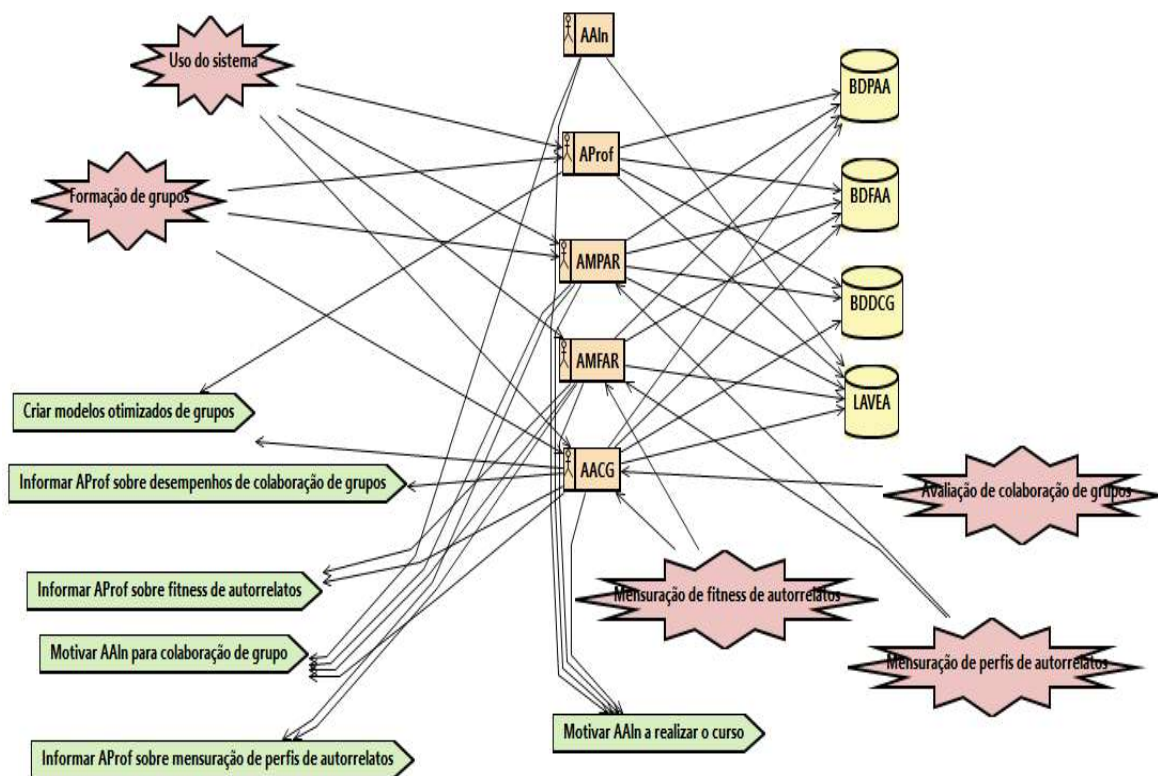


Figura 29: Diagrama da estrutura global do SMA-Hermes.

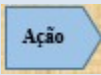
Fonte: Autor (2016).

Na Tabela 13 são descritos os componentes da estrutura global do SMA-Hermes, mostrados na Figura 29. A notação simbólica usada é baseada na metodologia Prometheus (PONTES, 2010).

Tabela 13: Descrição dos componentes do diagrama global do SMA-Hermes.

Fonte: Autor (2016).

Legenda	Descrição	Exemplo no SMA-HERMES
	entradas perceptivas do agente em qualquer momento dado (RUSSELL e NORVIG, 2013).	uso do sistema, formação de grupos, mensuração de perfis de autorrelatos, mensuração de <i>fitness</i> de autorrelatos e avaliação de colaboração de grupos.
	são as fontes de dados geradas usadas na arquitetura do sistema (PONTES, 2010)	BDPAA, BDFAA, BDDCG e LAVEA.
	entidade capaz de perceber um ambiente através de sensores e atuar	AMPAR, AMFAR e AACG.

	sobre o mesmo através de atuadores (RUSSELL e NORVIG, 2013).	
	são coisas que o agente é capaz de fazer. Elas podem ser externas, quando alteram o ambiente, ou internas, quando alteram somente as crenças do agente, sem afetar o ambiente (RUSSELL e NORVIG, 2013)	informar AProf sobre mensurações de perfis de autorrelatos, informar AProf sobre <i>fitness</i> de autorrelatos, informar AProf sobre desempenhos de colaboração de grupos, criar modelos otimizados de grupos, motivar AAln para colaboração de grupo. No caso do AMPAR, o aluno ao responder aos formulários <i>Web</i> , o agente AMPAR calcula seus perfis de autorrelatos agindo sobre a BDPAA (cálculo dos perfis de autorrelatos e dar o <i>feedback</i> ao aluno do seu perfil de autorrelato), conforme ilustram as Figuras 30, 31 e 32.

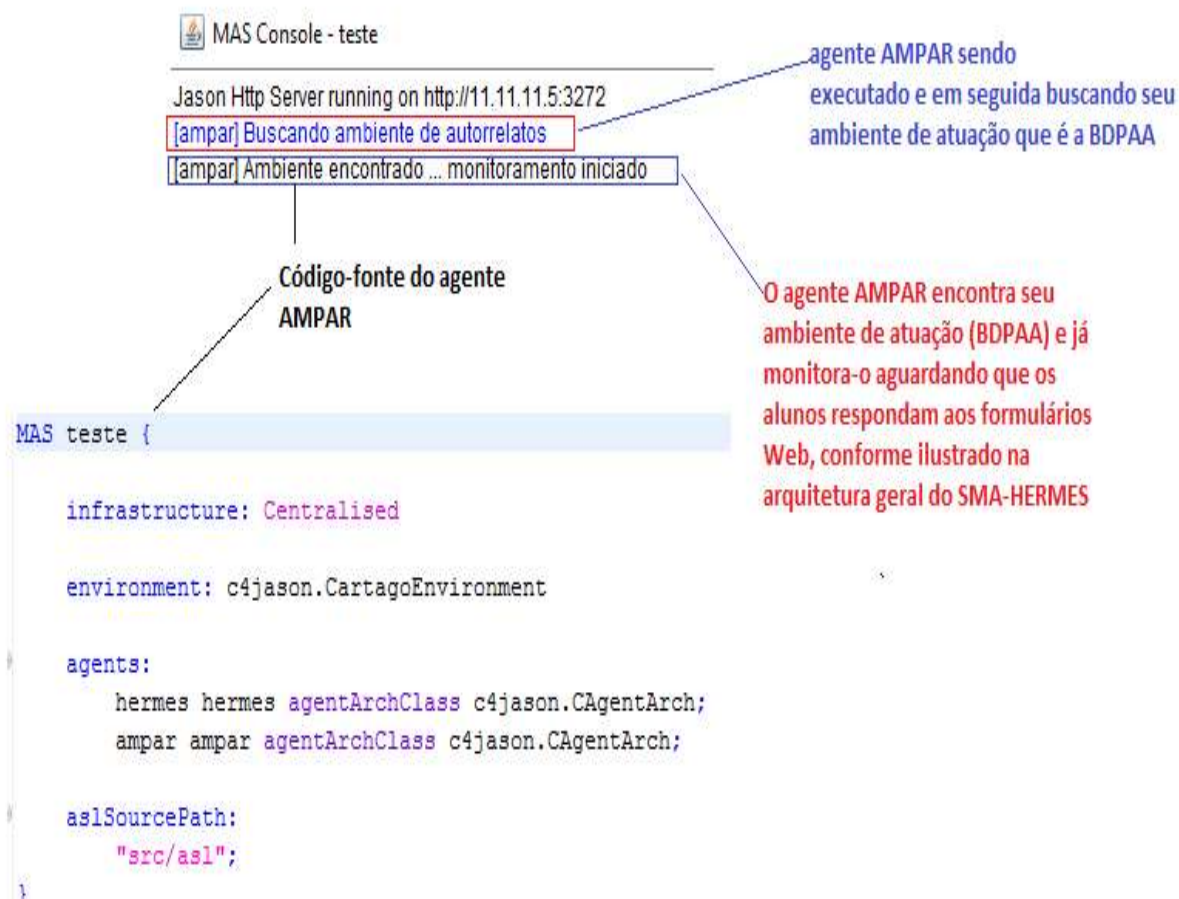


Figura 30: Percepções do agente AMPAR quando executado e seu código-fonte.

Fonte: Autor (2016).

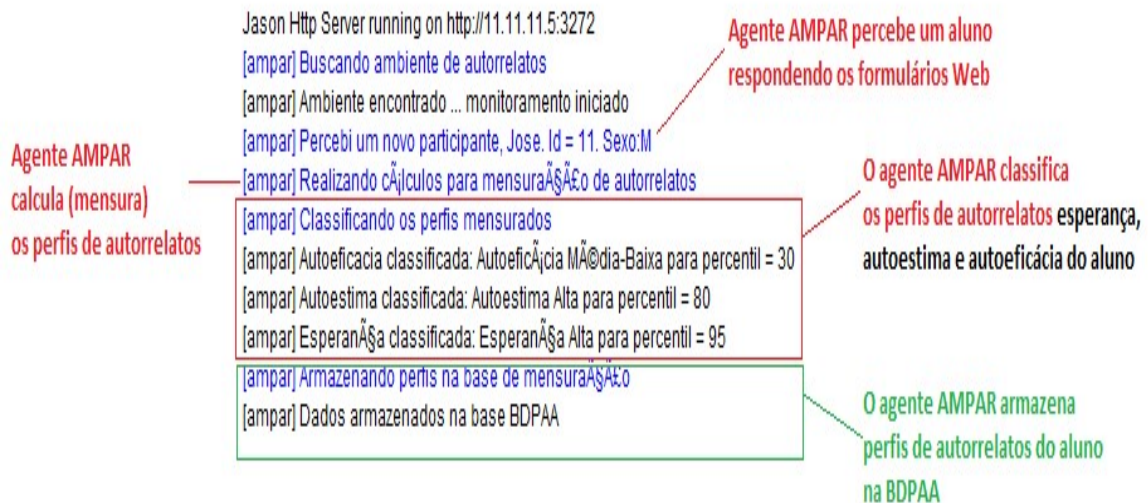


Figura 31: Ações do agente AMPAR sobre a BDPA.

Fonte: Autor (2016).



Figura 32: Interface do agente AMPAR com o *feedback* do perfil de autorrelato.

Fonte: Autor (2016).

3.3 A implementação do modelo

Nessa última fase, o objetivo é a materialização do modelo SMA-Hermes, mostrado na Figura 19 que irá permitir a geração de códigos. Para tal, nesta fase de implementação de sistema, é utilizado o *framework* **JaCaMo**. O JaCaMo²⁶ é um *framework* para programação multiagente que combina três tecnologias separadas a

²⁶ Disponível em: <<http://jacamo.sourceforge.net/>>. Acessado em 18 dez 2016.

saber: *Jason* (para programação de agentes autônomos), *Cartago* (para programação de artefatos do ambiente) e o *Moise* (para programação de organizações multiagentes).

Segundo Veras (2015), a implementação de um SMA envolve, basicamente, duas etapas, a saber: (a) A especificação dos ambientes dos agentes e (b) A programação dos agentes. Conforme mostrado e descrito na Seção 3.1, o modelo de tecnologia SMA-Hermes concebido engloba três agentes que realizam as tarefas a seguir: (a) cálculo dos perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia do aluno, (b) cálculo do potencial de colaboração do aluno (*fitness*) e (c) cálculo do potencial de colaboração do grupo.

Numa primeira fase de implementação do SMA-Hermes, implementou-se o agente AMPAR, responsável pela mensuração dos perfis de autorrelatos de alunos. A implementação dos outros dois agentes, do SMA-Hermes, agente AMFAR e agente AACG ficam como trabalhos futuros. A implementação do agente AMPAR envolveu duas etapas, a saber: (i) especificação dos ambientes dos agentes e (ii) a programação do agente.

3.3.1 Especificação dos ambientes dos agentes

Como descrito na Seção 2.4.1.2, os agentes necessitam habitar (ou visitar) pelo menos um ou mais ambientes de forma a perceber a ocorrência de mudanças e, com base nelas, atuar significativamente na realização de alguma(s) tarefa(s). Um ambiente em que um agente esteja inserido pode ser classificado sob alguns aspectos que irão determinar o seu tipo e definir o quão complexo pode ser esse ambiente (RUSSELL e NORVIG, 2013). Russell e Norvig (2013) definem algumas propriedades determinantes para caracterizar um ambiente de agente, a saber: a) quanto a sua observabilidade, b) quanto à atuação de um ou mais agentes, c) quanto à mudança de estado do ambiente, d) quanto às observações durante as mudanças de estado do ambiente, e) sobre as mudanças no próprio ambiente, f) sobre o número de estados possíveis de um ambiente, g) quanto ao conhecimento do agente em relação ao ambiente.

a) **quanto a sua observabilidade:** um agente pode perceber o ambiente usando seus sensores e essa percepção pode ser total, parcial ou nenhuma.

b) **quanto à atuação de um ou mais agentes:** o número de agentes atuando em um determinado ambiente o classifica em mono ou multiagente. O comportamento dos agentes em um ambiente multiagente pode ser do tipo cooperativo ou competitivo, onde no primeiro os agentes se ajudam em busca do cumprimento de um objetivo comum. No segundo, os agentes competem entre si em busca de uma melhor solução, medida por uma função de avaliação.

c) **quanto à mudança de estado do ambiente:** se o próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual modificado pelas ações do agente então este é um ambiente determinístico. Caso contrário é um ambiente estocástico.

d) **quanto às observações durante as mudanças de estado do ambiente:** em um ambiente episódico, a experiência do agente é dividida em episódios atômicos onde cada episódio que o agente recebe uma percepção é então selecionada uma ação. Desse modo, o próximo episódio não depende de ações executadas em outros episódios anteriores, caso isso não seja verdade então o ambiente é sequencial.

e) **sobre as mudanças no próprio ambiente:** se o ambiente pode ser modificado enquanto o(s) agente(s) deliberam então ele é um ambiente dinâmico. Caso contrário é um ambiente estático.

f) **sobre o número de estados possíveis de um ambiente:** está relacionado com o número de estados possíveis, o modo como o tempo é tratado e ainda as percepções e ações do(s) agente(s). Se o número de possíveis estados for finito então este é um ambiente discreto. Caso contrário é um ambiente contínuo.

g) **quanto ao conhecimento do agente em relação ao ambiente:** está relacionado em como o agente conhece as leis do ambiente. Em um ambiente conhecido, os resultados das ações de todos os agentes são igualmente conhecidos. Obviamente, se o ambiente é desconhecido então o agente terá que aprender como ele funciona para realizar ações relevantes.

No contexto desta pesquisa de tese, a abordagem de abstração de primeira classe (artefato de ambiente) é feita através do CArTAgO e aplicada no desenvolvimento do agente AMPAR, do SMA-Hermes. Eles foram idealizados com funcionalidades para o

problema aplicado nesta pesquisa. A seguir, é descrito o artefato do agente AMPAR. Já no Apêndice 11, são especificadas as características deste artefato de ambiente.

- **BDPAA:** corresponde a um ambiente para armazenamento e consulta de perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos. O ambiente sofre ações do agente AMPAR e gera percepções que são capturadas pelos agentes AMFAR e AProf, do SMA-Hermes.

3.3.2 A programação do agente AMPAR

A programação (codificação) do agente AMPAR objetiva sua implementação. Para tal, tecnologias como *framework* JaCaMo, Eclipse, Java, PHP, MySQL, Apache foram utilizadas. Na Figura 33 é mostrado o algoritmo de percepções e ações do agente AMPAR. Já na Figura 34 é ilustrado o ambiente de programação do agente AMPAR, utilizando a ferramenta *Jason*²⁷, do *Framework* JaCaMo.

```

/* Percepções */
+idParticipante(Id): Id \== 0 <-
  acoesInternas.buscaDados(Id, Autoeficacia, Autoestima, Esperanca, Sexo, Idade, Nome);
  .print ("Percebi um novo participante, ", Nome, ". Id = ", Id);
  -+autoeficacia(Autoeficacia);
  -+autoestima(Autoestima);
  -+esperanca(Esperanca);
  -+sexo(Sexo);
  -+idade(Idade);
  .print ("Realizando cálculos para mensuração de autorrelatos");
  !realizarCalculos;
  .print ("Classificando os perfis mensurados");
  !realizarClassificacoes;
  .print ("Armazenando perfis na base de mensuração");
  !registraPerfis.

```

Figura 33: Algoritmo de percepções/ações do agente AMPAR

Fonte: Autor (2016).

²⁷ Disponível em: <<http://jason.sourceforge.net/wp/>>. Acessado em 18 dez 2016.

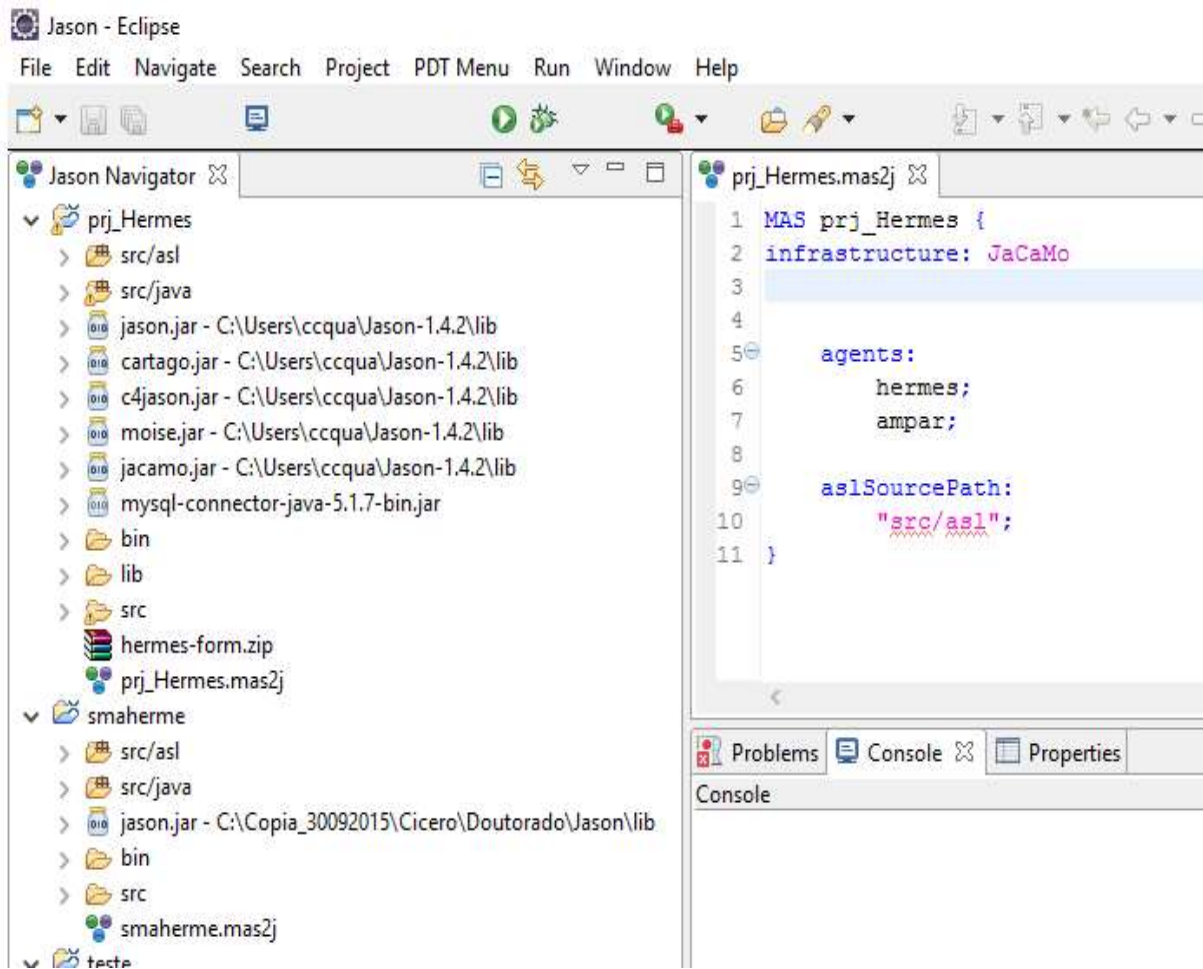


Figura 34: Tela da ferramenta Jason para programação de agentes.

Fonte: Autor (2016).

4 A VALIDAÇÃO DO MODELO

Esta pesquisa de tese culmina com a validação a partir de uma instância do modelo de tecnologia concebido para apoiar a formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. A realização de ações metodológicas como planejamento e execução de experimentos, apresentação e análise de resultados são apresentadas nesta seção com objetivo de remeter às contribuições, conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

4.1 Planejamento e execução de experimentos

Nesta etapa se definiu onde e como foram realizados os experimentos da validação em instância do modelo de tecnologia concebido. Para tal, foram demandadas, planejadas e executadas ações metodológicas, a saber: a) definição da população (universo da pesquisa), b) definição de amostras, c) os instrumentos de coleta de dados utilizados, d) mensuração de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia, e) critérios de formação de grupos, f) preparação do ambiente de aprendizagem, g) avaliação da colaboração de grupos, h) a forma de tabulação (organização) e i) análise de dados e resultados.

4.1.1 Definição do universo da pesquisa

Definiu-se aplicar os experimentos com alunos da graduação por razões que estes tinham em sua maioria idade igual e/ou superior a dezoito anos, requisito este que atendia ao consentimento de concordar ou não com o TCLE. Outra razão pela escolha de alunos adultos é que estes teriam a autonomia e experiência de responder aos seus próprios autorrelatos de esperança, autoestima e autoeficácia, dados estes fundamentais para a caracterização dos perfis de autorrelatos do aluno utilizados pelas funções do SMA-Hermes na formação otimizada de grupos colaborativos.

4.1.2 Definição das amostras de estudo

Definido o universo de realização dos experimentos, o próximo passo foi definir as amostras a partir das quais seriam aplicados os experimentos (pesquisa de campo). Considerando que o autor desta pesquisa de tese é professor do curso de Engenharia de

Computação (EngComp²⁸), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA²⁹), estrategicamente, sua turma de alunos estaria atendendo aos requisitos do universo da pesquisa, descrito na seção anterior a esta. Considerando que um semestre letivo da graduação possui quatro meses, resolveu-se trabalhar com a respectiva amostra de alunos por dois semestres consecutivos, de forma a reutilizar os dados coletados referentes ao cálculo de seus perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia*, uma vez que estas informações mensuradas são determinantes nas investigações de critérios de formações otimizadas de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa.

Portanto, para essa primeira amostra de alunos correspondeu a dois períodos letivos de 2015, porém distribuídos em dois semestres, 2015.1 e 2015.2. Para o primeiro período letivo, trabalhou-se com a disciplina de Matemática Discreta Básica e no segundo período, com a disciplina de Matemática Discreta Avançada, permitindo realizar dois experimentos separados para cada período, ou seja, **Experimento 1** e **Experimento 2**, respectivamente. Outra razão de reaproveitar a mesma amostra é atribuído às seguintes razões: a) o cálculo (mensuração) dos perfis de autorrelatos dos alunos, pelo agente AMPAR demanda tempo, b) tem-se que considerar que nem todos alunos demonstram interesse em participar da pesquisa de campo de imediato, c) alguns alunos faltam às aulas e não ficam sabendo sobre os experimentos, d) alguns alunos não respondem a todas as questões das escalas de autorrelatos, e) alguns alunos demoram em responder às escalas de autorrelatos, f) alguns alunos encontram dificuldades em entender ou interpretar as escalas de autorrelatos, dentre outros contratemplos.

No período letivo de 2016.1, a mesma turma de alunos, neste período, já cursando o terceiro período do curso de Engenharia de Computação/UEMA, executou-se um terceiro experimento, **Experimento 3**, porém agora na disciplina de Estrutura de Dados Avançados. Uma particularidade desta amostra é que a mesma aumentou pelo fato da inclusão de novos alunos de outras turmas de outros períodos que esta. Em relação aos perfis de autorrelatos desta turma, só foi necessário mensurar os perfis dos alunos novos que entraram na mesma. Em geral, as amostras de alunos utilizadas nos respectivos experimentos ficaram assim contabilizadas:

$quant_alunos_amostra_Experimento\ 1 = \{36\};$

$quant_alunos_amostra_Experimento\ 2 = \{36\};$

²⁸ Disponível em: <<http://www.engcomp.uema.br/>>. Acessado em 18 dez 2016.

²⁹ Disponível em: <<http://www.uema.br/>>. Acessado em 18 dez 2016.

quant_alunos_amostra_Experimento 3 = {45}.

4.1.3 Coleta de dados

Para a coleta de dados dos alunos (consentimento destes em participar da pesquisa, seus dados pessoais (nome, idade e sexo) e seus autorrelatos), utilizou-se o TCLE (Anexo 1) e Escalas de Autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia (Anexo 2; Anexo 3 e Anexo 4), respectivamente. Depois desta etapa, remeteu-se para a fase seguinte, a mensuração dos perfis de autorrelatos dos alunos.

4.1.4 Mensuração dos perfis de autorrelatos

Para o cálculo dos perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos, utilizou-se a abordagem já descrita na Seção 2.2, Tabela 2 e Tabela 3. Essa abordagem foi implementada computacionalmente através do agente AMPAR, do SMA-Hermes, conforme ilustra a Figura 33. Exemplos destes cálculos manuais são ilustrados nos apêndices (Apêndices 1 a 3). Para efeito de cálculo e representação decimal dos perfis de autorrelato dos alunos (PARA), adotou-se a seguinte convenção: 1 = baixo (B), 2 = médio Baixo (MB), 3 = médio (M), 4 = médio Alto (MA) e 5 = alto (A). Esta representação foi adotada com o objetivo de tabulações e interpretações dos dados para efeito de codificações (programação do SMA-Hermes). Depois desta etapa, procedeu-se aos critérios adotados nas formações de grupos para efeito de investigação da influência destes perfis nas otimizações de grupos para aprendizagem colaborativa.

4.1.5 Formação de grupos

Nesta seção, descreve-se os critérios adotados para as formações de grupos considerando perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos. Na Seção 2.3.3, **formação de grupos**, desta tese, descreveu-se, baseado nos estudos de Fuks et al. (2011) e Vivacqua e Garcia (2011), o Modelo de Tuckman e Por que formar grupos?, respectivamente. Em Vivacqua e Garcia (2011), viu-se que a formação de grupos se justifica quando uma tarefa ou problema é grande ou requer múltiplas competências, e em função disso há a necessidade de unir os esforços de várias pessoas. Já em Fuks et al. (2011), trouxe-se a existência do Modelo de Tuckman, através do qual se tem a visão do

ciclo de vida da formação de grupos, iniciando-se pelo estágio **formação**, estágios intermediários **confrontação** e **normatização** e concluindo com o estágio **dissolução**.

São a partir destas duas teorias de grupos supracitadas que esta seção vem ser subsidiada e ao mesmo tempo subsidiar, através de seus achados, no desenvolvimento concreto de uma ontologia de formação de grupos, postulada por Vivacqua e Garcia (2011), para contextos de aprendizagem colaborativa mais eficazes. A partir desta contextualização, as formações de grupos de alunos foram definidas segundo os critérios que seguem abaixo:

- a) formação aleatória (ou randômica);
- b) formação livre (os alunos escolhem seus próprios pares);
- c) formação pelo sistema (a partir da formação desejada pelo professor).

Estes critérios de formações foram adotados também no trabalho correlato de Henry (2013), descritos na Seção 2.5, assim como postulados em Fuks et al. (2011) e Vivacqua e Garcia (2011). Outra justificativa para a adoção dos referidos critérios, é que através destes, podemos descobrir papéis dos alunos baseados em autorrelatos, abordagem esta de distribuir os alunos por papéis no grupo, postulada pelo trabalho relacionado de Coto et al. (2014). Portanto, essa abordagem de formação de grupos, utilizada nesta pesquisa de tese, estará reforçando o que esses autores postularam e ao mesmo tempo agregando novos valores às mesmas, de forma a potencializar contextos de aprendizagem colaborativa.

4.1.5.1 Formação aleatória

Os grupos de alunos desta configuração foram escolhidos por sorteio. A ordem de distribuição dos alunos nos grupos foi definida da maneira que segue: A cada aluno sorteado inicialmente, estes foram distribuídos como “alunos-cabeças” de cada grupo. Por exemplo, *Grupo A*, *Grupo B*, *Grupo C*, ..., *Grupo n*. O primeiro aluno sorteado foi colocado no Grupo A, o segundo aluno, foi colocado no Grupo B, e assim sucessivamente, voltando a cada rodada essa mesma ordem até terminar o sorteio.

4.1.5.2 Formação livre

Os alunos desta formação foram distribuídos da seguinte maneira: Seleciona-se alguns alunos e colocamos cada um destes como “alunos-cabeças” em grupos como

Grupo A, Grupo B, e assim sucessivamente. Depois cada “aluno-cabeça” coordena a escolha dos demais colegas de sua preferência comum entre todos para compor aquele grupo, e assim sucessivamente até concluir os grupos. Ao final, tem-se grupos formados por alunos que tem alguma afinidade entre si.

4.1.5.3 Formação pelo sistema

Os alunos desta formação foram definidos da seguinte maneira: Alocamos no *Grupo A* somente alunos que tem o autorrelato predominante *esp*³⁰ *alta*, no *Grupo B*, somente alunos com o autorrelato predominante *aes*³¹ *alta*, *Grupo C*, somente alunos com o autorrelato predominante *aef*³² *alta*, *Grupo D*, somente alunos com *esp baixa*, *aes baixa* e *aef baixa*, *Grupo E*, somente alunos com 50% dos três autorrelatos baixos e altos, *Grupo F*, somente alunos com os três autorrelatos médios, e assim sucessivamente até concluir a amostra. O objetivo principal destas restrições de grupos é de investigar o desempenho de grupos formados com autorrelatos predominantemente de baixos, médios, altos e mesclados.

As formações dos grupos referentes aos Experimentos 1, 2 e 3 foram estabelecidas das seguintes maneiras: no **Experimento 1**, foram utilizados 26 alunos distribuídos em 6 grupos de alunos segundo formação aleatória (randômica). Já no **Experimento 2**, foram utilizados 36³³ alunos distribuídos em 9 grupos de alunos segundo formação pelo sistema. As formações dos grupos referentes aos experimentos 1 e 2 estão ilustradas no Apêndice 9. No **Experimento 3** foram utilizados 45 alunos distribuídos em grupos de 3 a 5 alunos, cujas formações dos mesmos foram feitas de forma *aleatória*³⁴ (9 grupos), *livre*³⁵ (7 grupos) e *pelo sistema*³⁶ (8 grupos). As formações dos grupos referente ao experimento 3 estão ilustradas no Apêndice 8. A etapa seguinte do planejamento experimental contempla a definição do ambiente de aprendizagem onde foram contextualizados o estudo experimental.

³⁰ Abreviatura do autorrelatos esperança

³¹ Abreviatura do autorrelato autoestima

³² Abreviatura do autorrelato autoeficácia

³³ Dez alunos a mais que tinham faltado no Experimento 1

³⁴ Grupos identificados com letras: A, B, C, D, E, F, G, H e I

³⁵ Grupos identificados com nome de planetas: Terra, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Urano e Plutão

³⁶ Grupos identificados por cor: Verde, Laranja, Marrom, Roxo, Vermelho, Azul, Cinza e Amarelo

4.1.5.4 Ambiente de ensino e aprendizagem

O ambiente de ensino e aprendizagem escolhido para a realização dos experimentos foi o AVEA MOODLE³⁷ (do inglês *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*), suportado pelo CINTED³⁸/UFRGS). A escolha do AVEA MOODLE se justifica por este AVEA ser uma plataforma de aprendizagem a distância baseada em software livre mais usada mundialmente (Universidade Aberta Europeia, EUA, MEC-Brasil, UAB, ...). Por ser baseada em software livre, tem seu código-fonte disponibilizado gratuitamente, podendo, portanto, ser adaptado, estendido e personalizado, permitindo a integração do SMA-Hermes à sua estrutura funcional. Desenvolvido em PHP (*Personal Home Page*) e suporta diversas bases de dados, em especial MySQL, a mesma usada no desenvolvimento das bases de dados do SMA-Hermes. Disponibiliza várias ferramentas de interação (*e-mail, chat, fórum, wiki, glossário, ...*) e ferramentas de avaliação (questionários, tarefas e exercícios). No AVEA MOODLE/CINTED/UFRGS foram realizadas ações do tipo: a) cadastro de alunos e professor, b) disponibilização de conteúdos de aprendizagem (Apêndice 4), c) formação dos grupos de trabalho (Apêndice 5), d) disponibilização de atividades de aprendizagem³⁹ (Apêndice 6).

4.1.5.5 Atividades de aprendizagem colaborativa

Lopes (2007) enfatiza que em se tratando de atividades colaborativas apoiadas por ferramentas comunicacionais que viabilizam a interatividade no processo de aprendizagem a distância, fica difícil destacar a contribuição de cada participante para a execução da tarefa; diagnosticar se houve aprendizagem e em que fase do processo aconteceu; ou ainda, verificar se a interação realmente contribuiu para a aquisição do conhecimento. Em suma, a avaliação se apresenta como um grande desafio no processo de ensino e aprendizagem na modalidade presencial e, por mais razão ainda, na modalidade à distância com enfoque na interatividade e na colaboração, o que tem colocado este tema na pauta de discussões em diferentes áreas como pedagogia,

³⁷ <http://www.ead.edumed.org.br/file.php/1/PlataformaMoodle.pdf>

³⁸ Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/>. Acessado em 18 dez 2016.

³⁹ Lista de exercícios (implementação de algoritmos, elaboração textual, *fóruns* de discussões, *chats* de tira-dúvidas (ANEXO 16)).

psicologia, informática, aprendizagem apoiada por computador (CSCL), entre outras, conclui Lopes (2007).

Corroborando com a assertiva de Lopes (2007, Coto et al. (2014) ressalta que um dos aspectos mais complexos da aprendizagem colaborativa são aspectos relacionados com a avaliação e conclui que, embora existam vários mecanismos e propostas para avaliar o processo de colaboração, ainda assim não há modelos totalmente aceitos devido à variedade de aspectos a analisar. Também, Sardelich (2006), após um profundo estudo de modelos e teorias que se aplicam à avaliação em EaD, já demonstrava preocupação e se questionava a respeito de como o uso de ferramentas Web poderiam promover uma avaliação transformadora. Para tal, Sardelich (2006) já apresentava algumas sugestões para a realização de avaliação em AVEA, conforme seguem listadas abaixo.

- (i) provas objetivas com possibilidades de vários tipos de perguntas;
- (ii) mapas conceituais para auxiliar na percepção do entendimento do conteúdo;
- (iii) exercícios de autoavaliação, oferecendo ao discente o controle de sua aprendizagem;
- (iv) portfólio a partir de resultados em outras atividades;
- (v) cumprimento de atividades e tarefas sugeridas pelo professor;
- (vi) frequência e objetivo de contatos entre os participantes;
- (vii) consultas a referências;
- (viii) recursos adicionais oferecidos pelos alunos ao grupo.

A Figura 35 representa, em termos gerais, os instrumentos e dispositivos disponíveis nos AVEA para avaliar participantes de cursos EaD *online*.

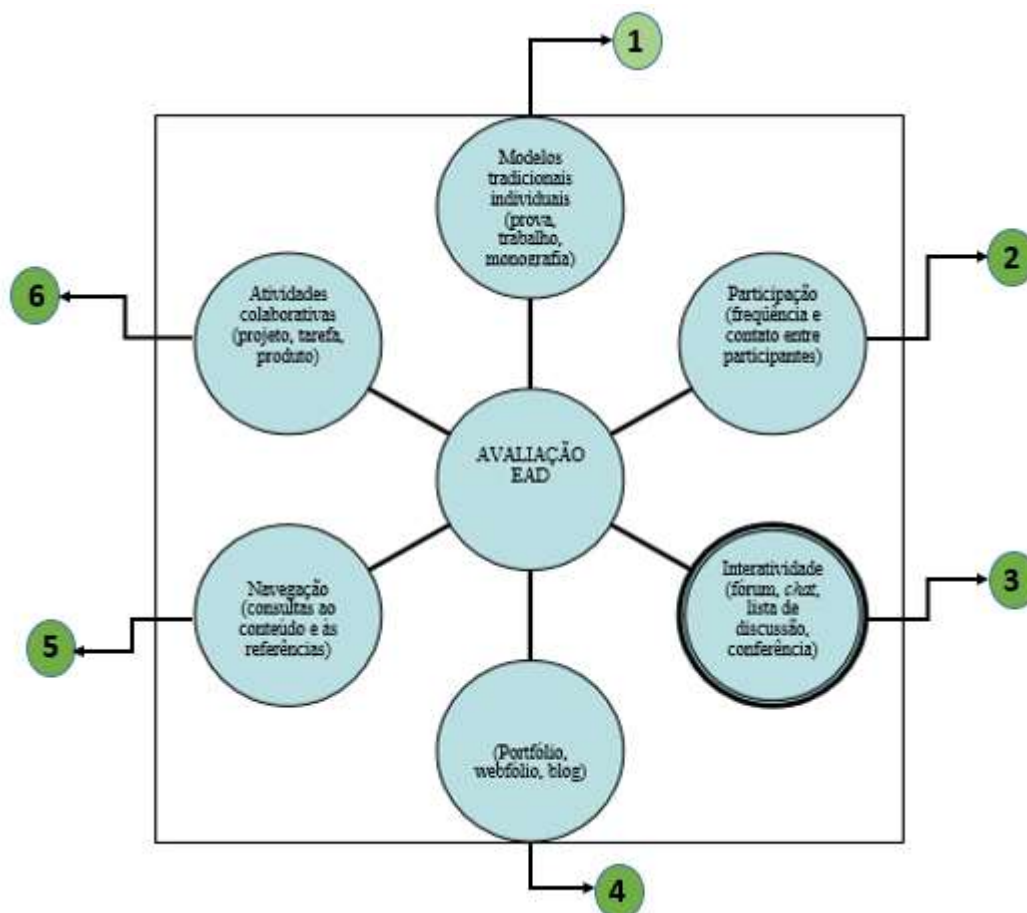


Figura 35: Recursos do AVEA para avaliar participantes de cursos EaD *online*.

Fonte: Adaptado de Sardelich (2006).

Orientado à luz do contexto descrito nesta seção, especificamente aos postulados por Sardelich (2006) e os achados mostrados na Figura 35, quanto à instrumentos e dispositivos nos AVEA para avaliar participantes em processos de aprendizagem colaborativa, nesta etapa dos experimentos, lança-se mãos dos itens (v); (vi); (vii) e (viii), assim como dos itens 2, 3, 5 e 6, ilustrados na Figura 35, postulados por Sardelich (2006), acreditando que os mesmos venham poder subsidiar ações metodológicas na busca de contribuir para as soluções dos desafios de avaliar participantes de cursos de EaD *online*. Para tal, definiu-se as estratégias metodológicas experimentais que seguem.

Para o **Experimento 1**, o professor da disciplina idealizou que os grupos de alunos deveriam trabalhar na *produção textual* acerca da disciplina de Matemática Discreta Básica. A atividade foi composta por três itens sobre o conteúdo da disciplina supracitada, a saber: a) pesquisem sobre a importância do estudo da Matemática Discreta para a Engenharia de Computação, b) apontem seus principais campos de aplicações e c) citem e descrevam seus conceitos básicos. O produto da atividade deveria ser digitalizado e

disponibilizado no AVEA MOODLE/CINTED/UFRGS). Os alunos utilizaram as ferramentas de apoio *fórum*, *e-mail* e *chat* para tirar dúvidas com seus pares de grupo e com o professor. O texto construído pelos alunos deve conter elementos estruturais do tipo *introdução*, *desenvolvimento*, *conclusões* e *referências*.

Para o **Experimento 2**, o professor lançou mão de uma *lista de exercícios* acerca da disciplina de Matemática Discreta Avançada, mais especificamente sobre o conteúdo da teoria dos grafos (Apêndice 10). A opção por lista de exercícios se deu com o objetivo de avaliar a colaboração em relação às habilidades na resolução de problemas lógica matemática dos conteúdos estudados sobre grafos e suas aplicações. Nesta atividade, os alunos tiveram dois horários de aula para resolverem os problemas propostos em grupo. Esta atividade foi realizada em sala de aula presencial, mas houve momentos de apoio no AVEA MOODLE, através das ferramentas *chat* e *fórum*.

Para o **Experimento 3**, o professor da disciplina de Estrutura de Dados Avançados definiu como atividades de aprendizagem de grupo *projetos* que constavam de implementações de árvores AVL⁴⁰. Os projetos foram divididos em três atividades (subprojetos) de implementações de algoritmos de árvores AVL. Uma particularidade do Experimento 3 foi a de que cada atividade foi realizada por grupos formados conforme os tipos já descritos no item “formação de grupos”, ou seja, formações *aleatórias*, *pelo sistema* e *livre*. No Experimento 3, os alunos deveriam entregar os algoritmos de implementação referentes às três atividades definidas pelo professor da disciplina e mais a produção textual contendo a fundamentação teórica acerca de cada implementação sobre árvores AVL. Como ferramentas de apoio no AVEA MOODLE, os alunos utilizaram o *chat* tira-dúvidas (Apêndice 7) e *fórum* para interagir com seus colegas e com o professor.

A Tabela 14 mostra a especificação de cada atividade e as referidas formações de grupos. Realizada esta etapa dos experimentos, o próximo passo foi o de avaliar o trabalho de aprendizagem colaborativa, apresentado através do item 4.1.5.6. Acredita-se que as referidas tarefas possam despertar nos grupos um interesse de negociação entre seus pares, desenvolver suas capacidades interpessoais e de agregarem suas competências técnicas e humanas de se auto ajudarem em suas tarefas de aprendizagem colaborativas, e assim poder contribuir nas soluções de desafios postulados por Lopes Sardelich (2006); Lopes (2007) e Coto et al. (2014), quanto a processos de avaliação na modalidade EaD

⁴⁰ Disponível em: <[Árvores binárias de busca balanceada. Acessado em 18 dez 2016.](#)>

online. Esse pressuposto é esperado baseado na investigação da influência dos perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia dos alunos os quais são objetos de investigação desta tese. Concluída esta etapa do planejamento, remeteu-se à etapa seguinte do mesmo, avaliação da colaboração de grupo.

Tabela 14: Atividade de aprendizagem colaborativa Projetos – Experimento 3

SUBPROJETOS	IMPLEMENTAÇÕES DE ÁRVORES AVL (PROJETOS)	Tipo de formação de grupo
	Descrição	
Atividade 1	a) criem a estrutura básica (<i>struct avl</i>) do nó de uma árvore avl. b) criem uma função <i>inserir</i> para a inserção de um nó na árvore avl. c) criem a função <i>mostrar</i> para exibir os elementos inseridos na árvore, com os respectivos fatores de balanceamento. d) criem uma função para retornar à altura (<i>avl_altura</i>) da árvore para ser usada nas rotações.	Aleatoriamente
Atividade 2	a) criem uma função para realizar a rotação à esquerda (<i>rotação_esquerda</i>), quando houver desbalanceamento. b) criem uma função para realizar a rotação à direita (<i>rotação_direita</i>), quando houver desbalanceamento.	Livre
Atividade 3	a) criem uma função (<i>buscar</i>) para realizar a busca de qualquer elemento da árvore. b) calculem a complexidade das funções: inserir, mostrar e buscar.	Pelo sistema

4.1.5.6 Avaliação da colaboração de grupo

O objetivo desta etapa é buscar instrumentos e/ou técnicas que permitam observar ou capturar o quão os grupos construíram seus aprendizados numa perspectiva colaborativa. Lopes (2007) considera que a busca de novos caminhos para obter informações que mensurem a forma e qualidade da aprendizagem em ambientes que contemplam aprendizagem colaborativa faz com que existam inúmeras pesquisas e trabalhos neste sentido. Já em Seeber et al. (2012), tem-se que avaliar a aprendizagem colaborativa e o seu apoio por meio de TICs em experimentos tem se limitado a recolher e analisar produtos da colaboração e critérios de desempenho, por exemplo postagens. Ainda para este autor, analisando as ações realizadas pelos diferentes membros do grupo,

durante a participação no processo de colaboração, obtemos informações sobre o próprio processo de colaboração e podemos analisar como o resultado ou o produto final é desenvolvido, por exemplo, um relatório escrito.

Conforme Fávero et al. (2009), a análise multivariada, cada vez mais, vem apresentando fundamental importância para a tomada de decisões nos mais variados campos do conhecimento. Seja em áreas como economia, engenharia, sociologia, arqueologia, administração, marketing, operações, finanças, contabilidade ou atuária, seja em psicologia, medicina, genética ou botânica, a quantidade de dados que podem ser extraídos de uma determinada pesquisa pode ser extremamente elevada, dificultando a determinação de como se darão as inter-relações entre as variáveis e, principalmente, como será a definição do modelo mais apropriado para se chegar às respostas desejadas.

Com o crescente desenvolvimento computacional, a análise multivariada passou a ser utilizada para a avaliação dos diversos comportamentos e tendências nas mais diferentes áreas do conhecimento. A elaboração de mapas perceptuais, a criação de modelos de previsão ou a determinação de como um conjunto de variáveis se comporta, quando da alteração de uma ou mais variáveis presentes em outro conjunto, são mecanismos atualmente possíveis graças ao desenvolvimento de *softwares* como SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), Stata, SAS, Systat, Statistica, Lisrel, Eviews, Matlab, Minitab, R, AMOS, S-Plus, Factor, HLM, MLWin, entre tantos outros, e seriam inimagináveis sem a existência desses programas (FÁVERO et al., 2009).

Segundo Fávero et al. (2009), a maioria dos *softwares* de modelagem requer, como padrão, que as observações (indivíduos, pessoas, empresas, objetos, período de tempo, entre outras) estejam dispostas em linhas, com as variáveis dispostas em colunas, conforme ilustra a Tabela 15.

Tabela 15: Esquema de Banco de Dados

Fonte: Fávero et al. (2009).

	Variáveis				
Observações	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
Obs ₁
Obs ₂
Obs ₃
Obs ₄
Obs ₅

Motivado e orientado pelo contexto descrito nesta seção, quanto à metodologia de avaliação da aprendizagem colaborativa, idealizou-se variáveis que pudessem armazenar, expressar ou prever os comportamentos colaborativos dos grupos em interação no AVEA ao longo do desenvolvimento de suas atividades de aprendizagem. Para tal, criou-se as variáveis *PMOA* (Pontuação Máxima Obtida na Atividade), *TRA* (Tempo de Realização da Atividade) e *PCGj*⁴¹ (Potencial de Colaboração de Grupo), para tal fim de análise de desempenho de grupo. Outra técnica empregada foi a aplicação de teste sociométrico aplicado ao final dos trabalhos de grupo com a finalidade de descobrir afinidades entre os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia e assim poder aprimorar as formações otimizadas de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. O teste é constituído de duas perguntas (QUARTO, 2006): a) ***Com quem você mais gostou de trabalhar em grupo e por quê?*** e b) ***Com quem você menos gostou de trabalhar em grupo e por quê?***

Uma outra intenção desta descoberta é subsidiar a construção de uma ontologia do tipo ***Papéis do aluno Vs. Perfis de Autorrelatos***, utilizando, por exemplo a Tabela 1, Seção 2.2. Por exemplo, estimar que um *alunoX* de perfil $A_k = (esp_{ij}; aes_{ij}; aef_{ij})^T = (esp(1,2); aes(2,1); aef(3,5))^T$, portanto, $A_k = (MB; B; A)^T$ venha desempenhar no grupo papéis ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$). De acordo com Isotani et al. (2008), o uso de ontologias e taxonomias para representar conhecimento e anotar a informação contida na *Web* permitiu o desenvolvimento de novos mecanismos de busca (buscas semânticas), inferências e análise em banco de dados, além de viabilizar o uso de agentes inteligentes para buscar informação na *Web* de forma muito mais rápido e efetiva.

Acredita-se que esta ontologia de colaboração, baseada em ***Papéis do aluno Vs. Perfis de Autorrelatos***, seja aplicada no apoio à formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Para expressar os resultados do teste sociométrico, a amostra de 36 alunos foi disposta em forma matricial, com cada elemento da matriz representado por 1, quando um aluno expressou que gostou de trabalhar com outro, e 0 caso contrário.

A relação ***Papéis do aluno Vs. Perfis de Autorrelatos*** foi construída a partir dos resultados da aplicação do teste sociométrico, mais especificamente do valor da tupla $\{(pares), afinidades\}$. A técnica estatística ***Correlação e Regressão*** foi utilizada para descrever que tipo de relação, ou correlação, existe entre as variáveis quantitativas *PCGj*,

⁴¹ Descrita na Seção 3.1

PMOA e *TRA* idealizadas na quantificação da avaliação colaborativa e como determinar se a correlação é significativa.

Baseado no contexto teórico trazido e descrito nesta Seção 4.1.5.6, especificamente adotando o modelo de Banco de Dados mostrado na Tabela 15, desta seção, pode-se especificar e representar o modelo proposto nesta tese para avaliar a aprendizagem colaborativa através dos experimentos realizados.

Observações: *Grupo₁*, *Grupo₂*, *Grupo₃*, ..., *Grupo_n*;

Variáveis: *perfis de autorrelatos (esp, aes, aef)*, *PCGj*, *PMOA*, *TRA*.

Em forma tabular, fica conforme ilustra a Tabela 16.

Tabela 16: Representação abstrata do modelo tabular da avaliação da aprendizagem colaborativa adotada nos experimentos da tese.

	Variáveis					
Observações	<i>esp</i>	<i>aes</i>	<i>aef</i>	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>	<i>TRA</i>
<i>Grupo₁</i>
<i>Grupo₂</i>
<i>Grupo₃</i>
...
<i>Grupo_n</i>

5 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta Seção, apresentam-se os resultados obtidos dos três experimentos realizados na pesquisa de campo. Recursos computacionais como tabelas, planilhas, gráficos, cálculos estatísticos, mapas conceituais e o agente AMPAR foram utilizados para esse fim. Os resultados são os que seguem: a) perfis de autorrelatos de alunos, b) distribuição de frequência de autorrelatos, c) perfil de autorrelatos de grupo, d) desempenho colaborativo de grupo *Vs.* Variáveis (*PCGj*, *PMOA*, *TRA*), e) previsão linear de colaboração de grupos, f) afinidades sociais *Vs.* perfis de autorrelatos e g) ontologia de colaboração.

5.1 Perfis de autorrelatos de alunos

Através deste item, são apresentados os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia dos alunos envolvidos nos experimentos 1, 2, e 3. Estes perfis foram mensurados pela ferramenta agente AMPAR, do SMA-Hermes (Figuras 32 e 33). Para preservar as identidades reais dos alunos, convencionou-se em nomear cada aluno pela abreviatura *Aln1*, *Aln2*, *Aln3*, ..., *Aln_n*. No experimento 3, a abreviatura foi derivada da primeira apenas para distinguir os alunos novos dos primeiros alunos. Por exemplo, *AlnNv7* é um aluno novo (*Nv* – novo). Nos três experimentos o *Aln1* é o mesmo aluno nos demais experimentos e grupos e assim sucessivamente. Nas Tabelas 17 e 18 são mostrados os referidos perfis de autorrelatos. Nestas respectivas tabelas, os códigos dos perfis de autorrelatos são B – Baixo (decimal 1), MB – Médio Baixo (decimal 2, M – Médio (decimal 3), MA – Médio Alto (decimal 4) e A – Alto (decimal 5).

Tabela 17: Perfis de autorrelatos da amostra de alunos – Experimentos 1 e 2.

ID_Alunos	PERFIS DE AUTORRELATOS DOS ALUNOS			REPRESENTAÇÃO DECIMAL DOS PERFIS DE AUTORRELATOS
	<i>Esperança (esp)</i>	<i>Autoestima (aes)</i>	<i>Autoeficácia (aef)</i>	
<i>Aln1</i>	M	B	B	(3,1,1)
<i>Aln2</i>	A	MA	MA	(5,4,4)
<i>Aln3</i>	A	B	M	(5,1,3)
<i>Aln4</i>	M	A	B	(3,5,1)
<i>Aln5</i>	B	M	B	(1,3,1)
<i>Aln6</i>	MA	M	B	(4,3,1)
<i>Aln7</i>	M	A	M	(3,5,3)

Aln8	MB	M	M	(2,3,3)
Aln9	MB	M	B	(2,3,1)
Aln10	B	A	M	(1,5,3)
Aln11	MA	A	A	(4,5,5)
Aln12	M	M	A	(3,3,5)
Aln13	MA	M	M	(4,3,3)
Aln14	MA	A	A	(4,5,5)
Aln15	A	A	A	(5,5,5)
Aln16	A	A	A	(5,5,5)
Aln17	MA	A	A	(4,5,5)
Aln18	M	A	MA	(3,5,4)
Aln19	B	MB	B	(1,2,1)
Aln20	B	M	B	(1,3,1)
Aln21	B	MB	M	(1,2,3)
Aln22	M	MA	MB	(3,4,2)
Aln23	B	MB	B	(1,2,1)
Aln24	B	A	A	(1,5,5)
Aln25	M	A	MB	(3,5,2)
Aln26	MA	MB	MA	(4,2,4)
Aln27	MA	A	A	(4,5,5)
Aln28	B	B	B	(1,1,1)
Aln29	MA	A	A	(4,5,5)
Aln30	M	MB	B	(3,2,1)
Aln31	M	MA	MA	(3,4,4)
Aln32	B	B	B	(1,1,1)
Aln33	M	B	A	(3,1,5)
Aln34	B	MB	B	(1,2,1)
Aln35	M	M	B	(3,3,1)
Aln36	B	A	A	(1,5,5)

Através das Tabelas 17 e 18 são mostrados os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia dos alunos envolvidos nos Experimentos 1 e 2. Estes perfis foram utilizados nas formações de grupos de forma *aleatória, livre e pelo sistema*. Permitiram fazer diversas configurações desejadas na busca de observar o quão estes perfis de alunos influenciam na colaboração de grupo e assim poder prever formações otimizadas para tais contextos de aprendizagem. A representação decimal dos perfis segue a que foi explicada na Seção 4.1.4, assim como exemplificado através da Tabela 3 (Seção 2.2.1).

Tabela 18: Perfis de autorrelatos da amostra de alunos – Experimento 3.

ID_ALUNOS	PERFIS DE AUTORRELATOS DOS ALUNOS (PARA)			REPRESENTAÇÃO DECIMAL DO PERFIL DE AUTORRELATO DO ALUNO
	Esperança (esp)	Autoestima (aes)	Autoeficácia (aef)	
Aln1	M	B	B	(3,1,1)
Aln2	A	MA	MA	(5,4,4)
Aln3	A	B	M	(5,1,3)
Aln4	M	A	B	(3,5,1)
Aln7	M	A	M	(3,5,3)
Aln8	MB	M	M	(2,3,3)
Aln9	MB	M	B	(2,3,1)
Aln10	B	A	M	(1,5,3)
Aln11	MA	A	A	(4,5,5)
Aln12	M	M	A	(3,3,5)
Aln14	MA	A	A	(4,5,5)
Aln15	A	A	A	(5,5,5)
Aln16	A	MA	A	(5,4,5)
Aln17	B	M	B	(1,3,4)
Aln18	M	A	MA	(3,5,4)
Aln19	B	MB	B	(1,2,1)
Aln22	M	MA	MB	(3,4,2)
Aln23	B	MB	B	(1,2,1)
Aln24	MB	A	A	(2,5,5)
Aln26	MA	MB	MA	(4,5,5)
Aln27	MA	A	A	(4,5,5)
Aln29	MA	A	A	(4,5,5)
Aln30	M	MB	B	(3,2,1)
Aln31	M	MA	MA	(3,4,4)
Aln32	B	B	B	(1,1,1)
Aln33	M	B	A	(3,1,5)
Aln34	B	MB	B	(1,2,1)
Aln35	M	M	B	(3,3,1)
AlnNv1	B	A	M	(1,5,3)
AlnNv2	B	A	A	(1,5,5)
AlnNv3	MA	A	M	(4,5,3)
AlnNv5	B	A	B	(1,5,1)
AlnNv6	A	A	A	(5,5,5)
AlnNv7	M	A	M	(3,5,3)
AlnNv8	-	-	-	-
AlnNv9	M	A	B	(3,5,1)

AlnNv10	B	MB	B	(1,2,1)
AlnNv12	B	A	A	(1,5,5)
AlnNv13	B	B	B	(1,1,1)

5.2 Distribuição de frequência de autorrelatos

Nas Figuras 36 a 39 são mostradas as distribuições de frequências dos perfis de autorrelatos das amostras utilizadas nos experimentos. Esta opção de tabulação dos dados é importante no auxílio ao professor e/ou SMA-Hermes optarem por formar grupos de alunos de forma homogênea, heterogênea e/ou mesclados. Por exemplo, nas formações de grupos pelo professor ou pelo sistema, estes teriam condições de antemão se disponibilizariam a quantidade desejada de alunos com aqueles perfis desejados, ou seja, formar grupos só com alunos cujos perfis são todos altos para as variáveis esperança, autoestima e autoeficácia e assim de outras configurações que as amostras fornecessem.

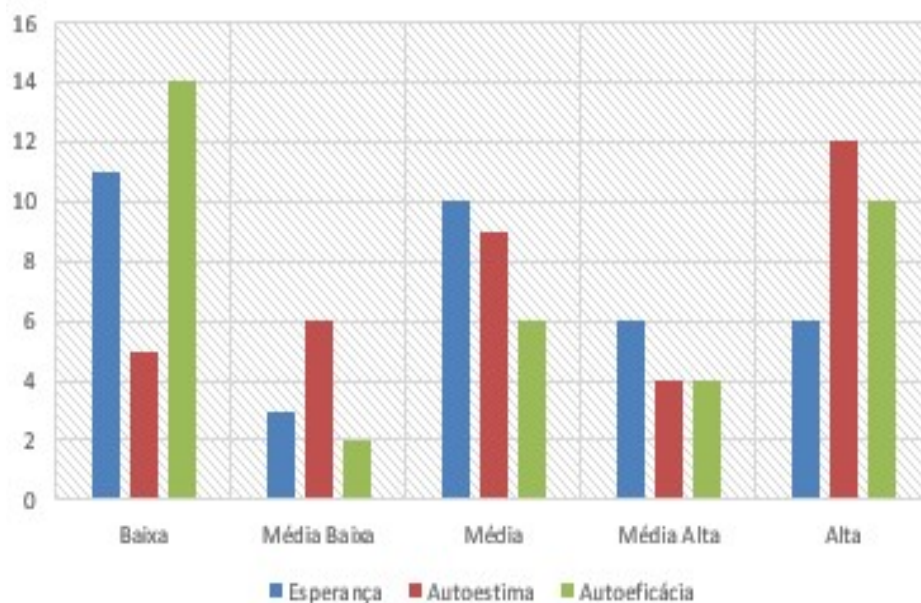


Figura 36: Frequências dos autorrelatos de alunos – Experimentos 1 e 2.

Fonte: Autor (2016).

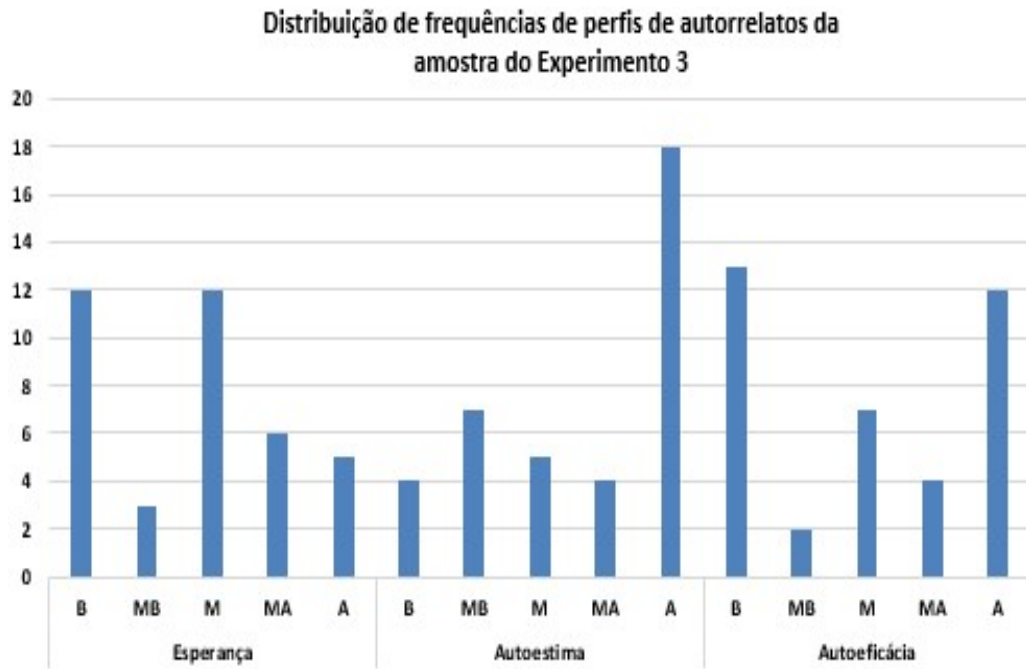


Figura 37: Frequências de perfis de autorrelatos da amostra (Experimento 3).

Fonte: Autor (2016).

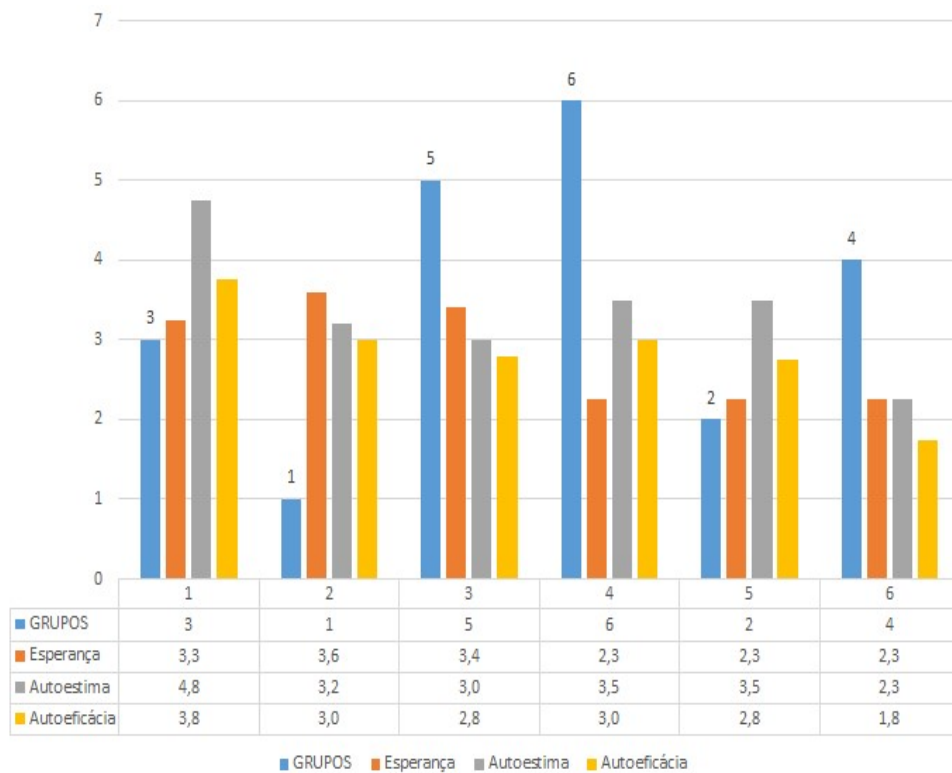


Figura 38: Frequências de autorrelatos médio dos grupos – Experimento 1.

Fonte: Autor (2016).

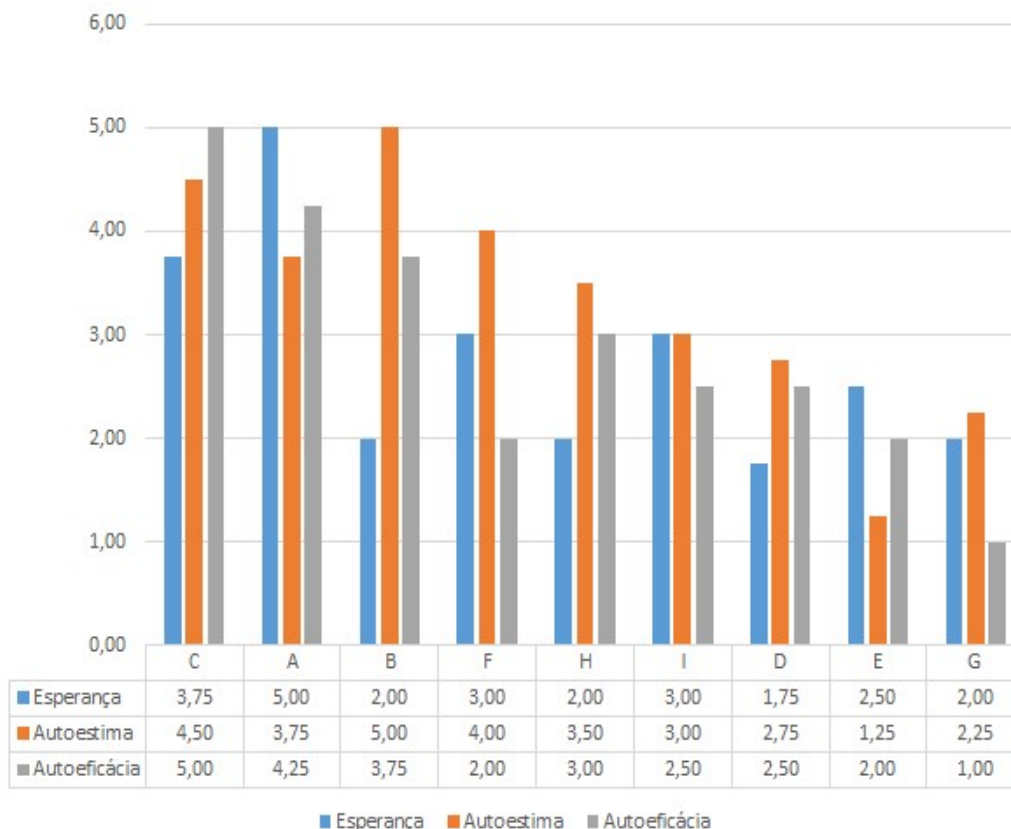


Figura 39: Frequências de autorrelatos médio dos grupos – Experimento 2.

Fonte: Autor (2016).

5.3 Perfis de autorrelatos de grupos

As Tabelas 19 a 22 mostram os perfis de autorrelatos de cada grupo formado nos experimentos 1, 2 e 3 de forma aleatória, livre e pelo sistema. Estes dados são importantes para avaliações comparativas de desempenhos de grupos baseados em tais perfis e critérios de formações.

Tabela 19: Formação de grupo de forma livre – Experimento 1.

		PERFIS DE AUTORRELATOS DOS ALUNOS (PARA)																	
		ESPERANÇA					AUTOESTIMA					AUTOEFICÁCIA							
Grupo	id_aluno	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	PARA		
1	Aln1			X			■					◆					3	1	1
	Aln12			X					■							◆	3	3	5
	Aln31			X						■					◆		3	4	4
	Aln2				X					■					◆		5	4	4

	Aln6			X			■		◆				4	3	1
PARG⁴²												4	3	3	
2	Aln19	X				■			◆				1	2	1
	Aln8		X				■			◆			2	3	3
	Aln28			X				■			◆		3	4	4
	Aln7			X				■		◆			3	5	3
PARG												3	4	3	
3	Aln15			X				■				◆	5	5	5
	Aln10	X						■		◆			1	5	3
	Aln22			X				■		◆			3	4	2
	Aln29			X				■				◆	4	5	5
PARG												4	5	4	
4	Aln30			X			■			◆			3	2	1
	Aln20	X						■		◆			1	3	1
	Aln20	X							■		◆		1	1	2
	Aln13			X				■			◆		4	3	3
PARG												3	3	2	
5	Aln23	X					■			◆			1	2	1
	Aln27			X					■			◆	4	5	5
	Aln3				X	■					◆		5	1	3
	Aln4			X					■	◆			3	5	1
	Aln26			X			■					◆	4	2	4
PARG												4	3	3	
6	Aln14			X					■			◆	4	5	5
	Aln32	X					■			◆			1	1	1
	Aln36	X							■			◆	1	5	5
	Aln35			X				■		◆			3	3	1
PARG												3	3	3	

⁴² Perfil de Autorrelato do Grupo

Nota: Para achar a média dos Perfis de Autorrelatos (PAR) adotou-se o seguinte critério: B = 1, MB = 2, M = 3, MA = 4 e A = 5. Por exemplo, no Grupo 1, o ICPARG = MA, para o autorrelato Esperança porque tivemos a sequência M, M, M, A, MA, substituindo-se cada símbolo por seu decimal, calculando-se a média e arredondando-se sempre para o decimal inteiro seguinte, encontramos a média em decimal e volta-se a converter em símbolo. No nosso exemplo, temos: $(3+3+3+5+4)/5 = 3,6$. Arredondando-se esse valor para o próximo inteiro, obtemos 4. Convertendo-se esse valor para símbolo da classificação obtemos MA.

Tabela 20: Formação de grupo pelo sistema – Experimento 2.

GRUPOS	PERFIS DE AUTORRELATOS DO ALUNO (PARA)															
	ESPERANÇA					AUTOESTIMA					AUTOEFICÁCIA					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A = {Aln2, Aln3, Aln15, Aln16}	0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	1	0	0	1	1	2
B = {Aln7, Aln10, Aln18, Aln24}	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	1	1
C = {Aln11, Aln12, Aln27, Aln29}	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4
D = {Aln17, Aln19, Aln20, Aln21}	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	3	0	1	0
E = {Aln1, Aln30, Aln32, Aln33}	1	0	3	0	0	2	1	0	1	0	2	0	0	1	1	1
F = {Aln4, Aln22, Aln31, Aln35}	0	0	4	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	1	0	0
G = {Aln6, Aln9, Aln23, Aln28}	2	1	0	1	0	1	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0
H = {Aln5, Aln8, Aln13, Aln36}	2	1	0	1	0	0	0	0	3	0	1	1	0	2	0	1
I = {Aln14, Aln26, Aln34}	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1

Na Tabela 20, os decimais representam as quantidades dos autorrelatos predominantes dos membros do grupo. Por exemplo, o grupo *A*, dos quatro alunos que o compõem, todos têm *esp* alta (A), pelo menos um tem *aes* baixa (B), dois têm *aes* média alta (MA), um tem *aes* alta (A), um de *aef* média (M), um tem *aef* média alta (MA) e dois têm *aef* alta (A) e assim sucessivamente para todos os grupos de alunos.

Tabela 21: Autorrelatos do grupo Marte – formação livre (Experimento 3).

Grupo	Id_aluno	Perfis de autorrelatos		
		Esperança	Autoestima	Autoeficácia
Marte	Aln23	1,0	2,0	1,0
	Aln30	3,0	2,0	1,0
	Aln18	3,0	5,0	4,0
	Aln17	1,0	3,0	1,0
	Aln26	4,0	2,0	4,0
	MPARG	2,4	2,8	2,2
	MGPARG	2,5		

Das Tabelas 21 e 22, extrai-se duas informações que serão discutidas no capítulo de análise e discussões de resultados. São elas: o grupo Marte contém dois alunos, Aln18 e Aln26 que têm perfis altos e os demais têm perfis de autorrelatos baixos. Já o grupo Vênus, tem dois alunos, Aln14 e Aln7 que apresentam autorrelatos que podem fazer diferença em contexto de *sobre carga de trabalho* (HENRY, 2013) (COTO et al., 2014). Estas particularidades serão analisadas e discutidas no capítulo seguinte, de forma a

explicar discrepâncias nos achados, assim como auxiliar para evitar problemas como “*free-riding*”, onde num grupo alguns dos membros tendem a trabalhar menos e aproveitam os esforços dos outros, descrito no trabalho correlato de Coto et al. (2014), Seção 2.5.

Tabela 22: Autorrelatos do grupo Vênus – formação livre (Experimento 3).

Grupo	Id_aluno	Perfis de autorrelatos		
		Esperança	Autoestima	Autoeficácia
Vênus	Aln8	2	3	3
	Aln34	1	2	1
	Aln14	4	5	5
	Aln32	1	1	1
	Aln7	3	5	3
	MPARG	2,2	3,2	2,6
	MGPARG	2,7		

5.4 Desempenhos de grupos Vs. Perfis de autorrelatos Vs. (*PCGj*, *PMOA*, *TRA*)

Tabela 23: Experimento 1 – formação de grupo de forma aleatória.

GRUPOS	Perfis Médio de Autorrelatos do Grupo (PMARG)			Variáveis de desempenho de grupo		
	Esperança	Autoestima	Autoeficácia	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>	<i>TRA</i>
3	3,3	4,8	3,8	6,9	7,5	2,0
1	3,6	3,2	3,0	5,7	7,0	3,0
5	3,4	3,0	2,8	5,3	3,5	1,0
6	2,3	3,5	3,0	5,1	6,5	3,0
2	2,3	3,5	2,8	5,0	2,0	3,0
4	2,3	2,3	1,8	3,6	4,5	1,0

A partir das Tabelas 23 e 24, constataremos que estas tabulações auxiliarão nas análises de desempenhos de grupos considerando-se a tupla (*PCGJ*, *PMOA*) quando se compara os critérios de formações de grupos adotados nos experimentos, ou seja, de forma aleatória, livre e pelo sistema. Através de seus achados, as respectivas tabelas supracitadas, também subsidiarão nas análises comparativas entre esta pesquisa de tese e os trabalhos correlatos, descritos na Seção 2.5, desta.

Tabela 24: Experimento 2 – formação de grupos pelo sistema.

Grupos	Perfis Médio de autorrelatos do grupo (PMARG ⁴³)			Variáveis de desempenho de grupo		
	Esperança	Autoestima	Autoeficácia	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>	<i>TRA</i>
C	3,75	4,50	5,00	7,70	9,50	1,00
A	5,00	3,75	4,25	7,56	9,00	2,00
B	2,00	5,00	3,75	6,56	8,00	2,00
F	3,00	4,00	2,00	5,39	8,50	1,00
H	2,00	3,50	3,00	5,02	10,00	1,00
I	3,00	3,00	2,50	4,92	9,00	2,00
D	1,75	2,75	2,50	4,11	6,00	1,00
E	2,50	1,25	2,00	3,44	9,50	1,00
G	2,00	2,25	1,00	3,17	9,00	1,00

Tabela 25: Autorrelatos e variáveis de desempenho
Formação de grupos de forma aleatória – Experimento 3.

Grupos	Perfis de Autorrelatos dos Grupos			<i>PCAj</i>	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>
	Esperança	Autoestima	Autoeficácia			
A	2,50	4,30	2,50	30,99	5,566866264	9,0
B	2,80	3,80	3,50	34,53	5,876223277	8,0
C	4,30	2,30	3,00	32,78	5,725382083	7,0
D	1,70	3,00	2,30	17,18	4,144876355	7,0
E	2,50	5,00	3,50	43,50	6,595452979	7,0
F	3,30	3,50	2,00	27,14	5,209606511	9,5
G	2,60	5,00	4,20	49,40	7,028513356	10,0
H	2,60	3,20	2,80	24,84	4,983974318	9,5
I	3,00	3,00	3,30	28,89	5,37494186	7,0

A partir das Tabelas 25 a 27, constataremos que estas tabulações auxiliarão nas análises de desempenhos de grupos considerando-se a tupla (*PCGJ*, *PMOA*) quando se compara os critérios de formações de grupos adotados nos experimentos, ou seja, de forma aleatória, livre e pelo sistema. Através de seus achados, as respectivas tabelas supracitadas, também subsidiarão nas análises comparativas entre esta pesquisa de tese e os trabalhos correlatos, descritos na Seção 2.5, desta.

⁴³ Perfil médio de autorrelato do grupo

Tabela 26: Formação de grupos pelo sistema (Experimento 3).

Grupos	Perfis de Autorrelatos dos Grupos			<i>PCAj</i>	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>
	Esperança	Autoestima	Autoeficácia			
Verde	4,25	4,75	5,00	65,63	8,100925873	8,0
Laranja	3,75	4,25	4,00	48,13	6,937218463	8,0
Marrom	3,00	4,75	3,75	45,63	6,754628043	10,0
Roxo	2,80	4,00	3,40	35,40	5,949789912	7,0
Vermelho	3,20	4,20	2,60	34,64	5,885575588	10,0
Azul	2,00	3,50	3,75	30,31	5,505678886	8,0
Cinza	1,40	2,60	1,80	11,96	3,458323293	7,0
Amarelo	1,60	1,80	1,00	6,80	2,607680962	7,0

Tabela 27: Formação livre (Experimento 3).

Grupos	Perfis de Autorrelatos dos Grupos			<i>PCAj</i>	<i>PCGj</i>	<i>PMOA</i>
	Esperança	Autoestima	Autoeficácia			
Terra	3,20	4,20	2,60	34,64	5,885575588	10,0
Mercúrio	3,80	3,60	3,80	41,84	6,468384652	7,0
Vênus	2,20	2,80	2,60	19,44	4,409081537	7,0
Marte	2,40	2,80	2,20	18,44	4,294182111	10,0
Júpiter	3,20	3,00	3,80	33,68	5,803447251	7,0
Urano	2,00	4,20	1,80	24,88	4,987985565	8,0
Plutão	1,60	3,00	3,80	26,00	5,099019514	6,0

5.5 Previsão linear de colaboração de grupos Vs. Perfis de autorrelatos

Nesta seção dos achados, apresenta-se e descreve-se a significância das relações (ou correlações) entre as variáveis *PCGj* e *PMOA*. Para tal, utiliza-se a técnica estatística chamada de **linha de regressão** que ajusta os pontos o mais próximo possível (LARSON e FARBER, 2010). De acordo com Larson e Farber (2010), uma correlação é uma relação entre duas variáveis. Os dados podem ser representados por pares ordenados (x,y) , onde x é a variável independente (ou exploratória) e y é a variável dependente (ou resposta). No plano cartesiano, o gráfico dos pares ordenados (x,y) é chamado de **diagrama de dispersão**, o qual pode ser usado para determinar se existe uma correlação linear (linha reta) entre duas variáveis (LARSON e FARBER, 2010).

Contextualizando a teoria de Larson e Farber (2010), à respectiva pesquisa de tese, caracteriza-se como variável independente (ou explanatória) perfis de autorrelatos esperança (*esp*), autoestima (*aes*) e autoeficácia (*aef*) de alunos e as variáveis dependentes (ou respostas) como PCGj, PMOA e TRA. Baseado nesta caracterização, considerou-se combinações de tuplas do tipo (perfis_ autorrelatos, PCGj), (perfis_ autorrelatos, PMOA) e (perfis_ autorrelatos, TRA), conforme demonstram as tabelas trazidas através dos resultados. Os resultados desta abordagem estatística, a fim de avaliar a colaboração de grupo, são mostrados nos gráficos a seguir, os quais ilustram as previsões lineares dos achados nos experimentos.

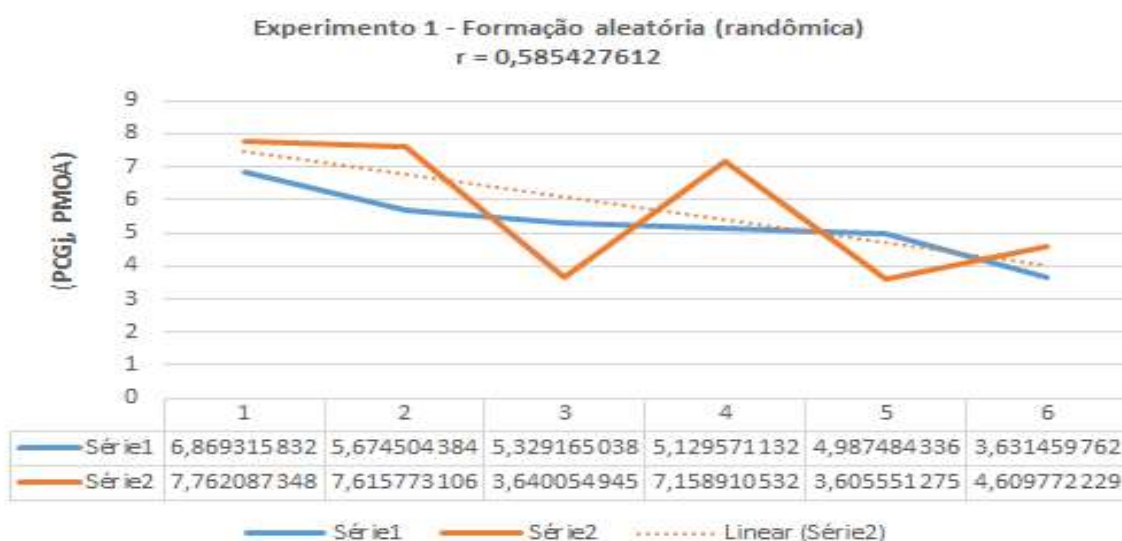


Gráfico 1: Previsão linear do Experimento 1 – formação aleatória.

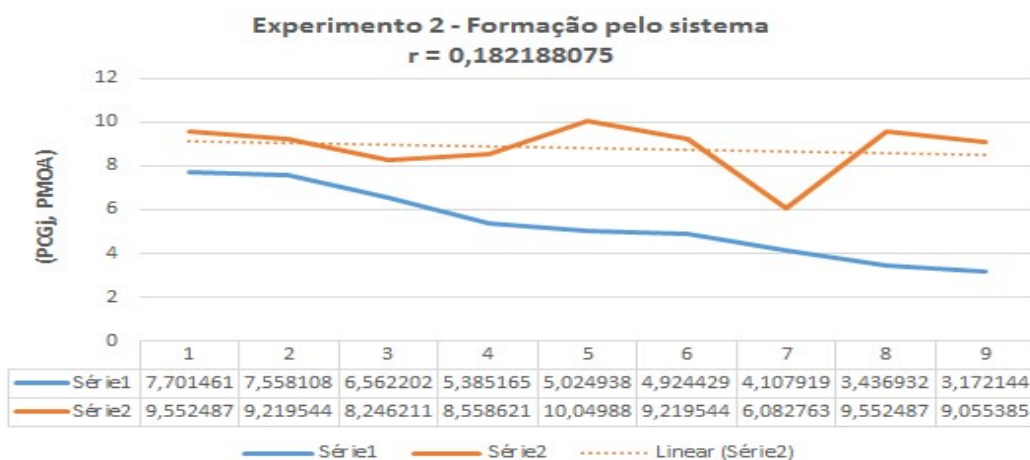


Gráfico 2: Previsão linear do Experimento 2 – formação pelo sistema.

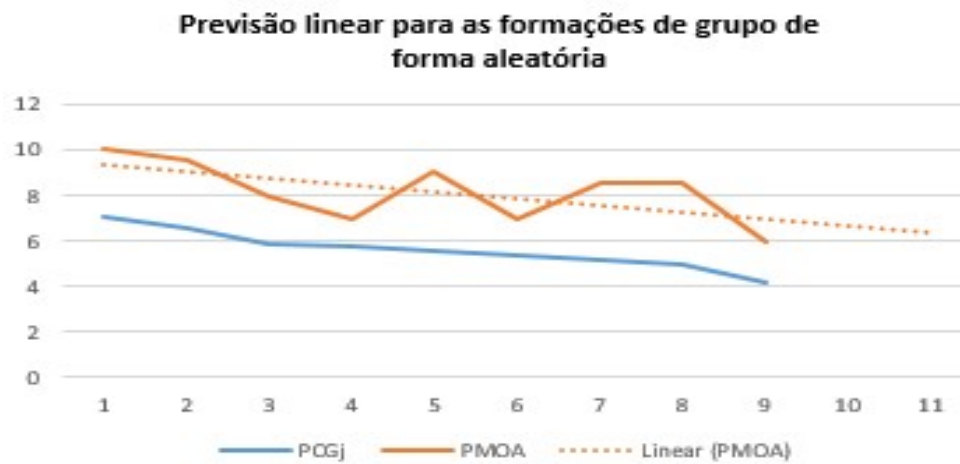


Gráfico 3: Previsão linear das formações aleatórias de grupos (Experimento 3).

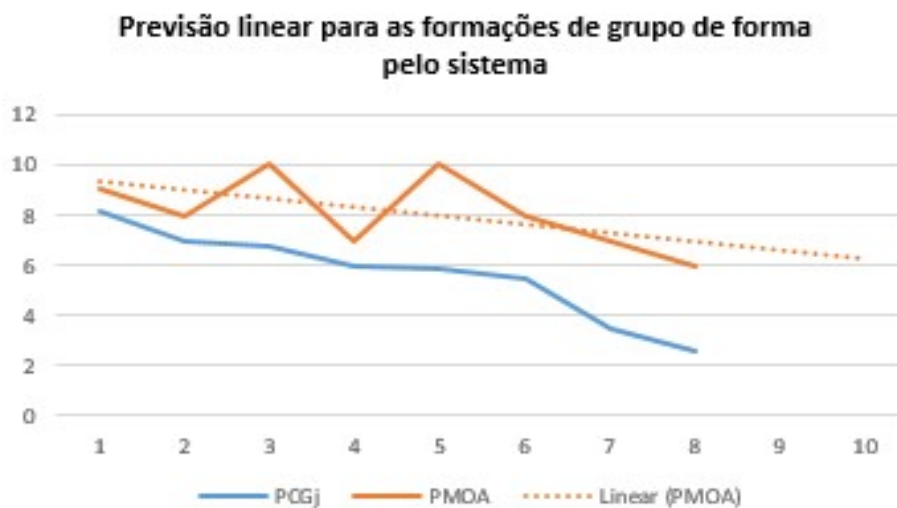


Gráfico 4: Previsão linear para as formações de grupos pelo sistema (Experimento 3).

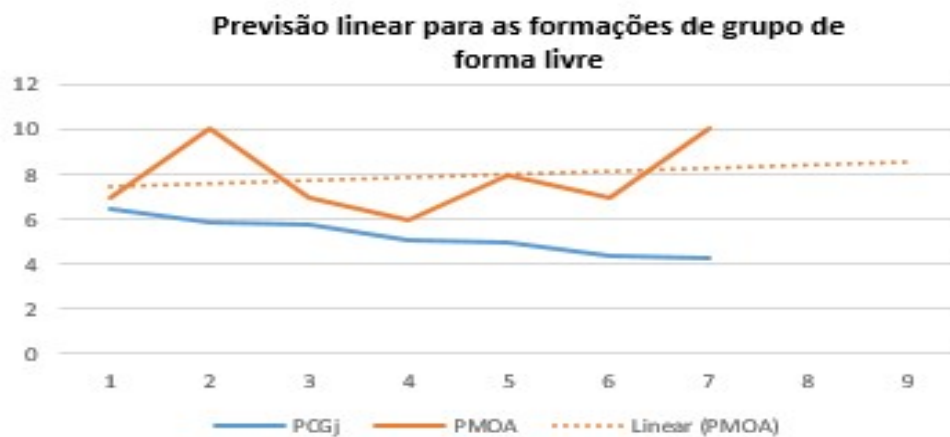


Gráfico 5: Previsão linear para as formações de grupos de forma livre (Experimento 3).

A partir da amostra do Experimento 3, foram formados 8 grupos de 3 a 5 alunos, conforme mostra a Tabela 26. Destes grupos, escolheu-se 4 grupos para subsidiar as investigações da influência de perfis de autorrelatos nos desempenhos de grupos baseados nas formações pelo sistema, a saber: *Subgrupo* = {*Verde, Amarelo, Vermelho, Laranja*}. A motivação da escolha dos subgrupos supracitados foi em função destes terem perfis de autorrelatos dos alunos que os compõem com algumas particularidades, conforme especificados a seguir.

- o grupo *Verde*, ponto P(1,Y), do Gráfico 4, foi formado com 4 alunos que tinham os três perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia variando de Médio Alto (MA) para Alto (A). Esta informação pode ser constatada através da Tabela 26, verificando o campo “*Perfis de Autorrelatos dos Grupos*”;
- o grupo *Amarelo* (P(8,0), do Gráfico 4, foi formado com 5 alunos que tinham os perfis de autorrelatos variando de Baixo (B) para Médio Baixo (MB), conforme mostram os dados da Tabela 26;
- o grupo *Vermelho* (P(5,0), do Gráfico 4, foi formado com 4 alunos que tinham os perfis de autorrelatos variando de Médio Baixo (MB) para Médio Alto (MA), conforme mostram os dados da Tabela 26;
- o grupo *Laranja* (P(2,0), do Gráfico 4, foi formado com 4 alunos que tinham os perfis de autorrelatos variando de Médio (M) a Médio Alto (MA), conforme mostram os dados da Tabela 26.

As referidas combinações de formações de grupos, considerando perfis de autorrelatos dos grupos, com seus respectivos resultados de desempenhos de grupos e previsões lineares, demonstrados através das tabelas e dos gráficos, serão úteis e determinantes nas análises de resultados, bem como para confrontá-los com os postulados pelos trabalhos correlatos, descritos na Seção 2.5, e assim ter fundamentos para as contribuições desta tese para o estado da arte em aprendizagem colaborativa.

5.6 Afinidades sociais Vs. Perfis de autorrelatos

Ao final dos experimentos foi aplicado um teste sociométrico, o mesmo adotado por Quarto (2006), constituído de duas perguntas: a) *Com quem você mais gostou de trabalhar em grupo e por quê?* e b) *Com quem você menos gostou de trabalhar em*

grupo e por quê? O objetivo do teste é encontrar similaridades (afinidades) sociais baseadas em perfis de autorrelatos dos alunos e assim poder subsidiar a criação de uma ontologia de colaboração baseada em perfis de autorrelatos, subsidiada pelo modelo de ontologia de ontologia de colaboração proposto por Vivacqua e Garcia (2011), ilustrada na Figura 9, Seção 2.3.2, desta tese. A amostra de 36 alunos foi disposta em forma matricial quadrada de ordem 36 ($Aln1, Aln2, Aln3, \dots, Aln36$)x($Aln1, Aln2, Aln3, \dots, Aln36$), com cada elemento desta matriz A_{ij} representado por 1 quando um aluno expressava que gostou de trabalhar com outro colega, e 0 caso contrário. O resultado do teste sociométrico é mostrado na Tabela 28. Na Tabela 28, o perfil de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia do par de alunos $(Alnx; Alny) = (Aln1; Aln2) = (M, B, B; A, MA, MA) = (3, 1, 1; 5, 4, 4)$ e assim sucessivamente.

Tabela 28: Teste Sociométrico aplicado ao final dos Experimentos 1 e 2.

Fonte: Autor (2016).

Tuplas ($Alnx;$ $Alny$)	$Alnx$			$Alny$			Afinidade	Por quê?
	Perfil de autorrelatos			Perfil de autorrelatos				
($Aln1;$ $Aln2$)	M	B	B	A	MA	MA	1	O $Aln2$ possui uma linha de raciocínio bem parecida com a minha e isso facilita as coisas.
($Aln1;$ $Aln32$)	M	B	B	B	B	B	0	Nunca ter trabalhado com o $Aln32$ e por estar começando a se adaptar ao seu jeito e também o mesmo é uma pessoa boa.
($Aln4;$ $Aln8$)	M	A	B	MB	M	M	1	O $Aln8$ se esforça bastante e ajuda o grupo nas atividades
($Aln4;$ $Aln22$)	M	A	B	M	MA	MB	0	O $Aln22$ nunca sabia dos conteúdos de aprendizagem e não fazia nada para ajudar nas atividades em grupo.
($Aln15;$ $Aln3$)	A	A	A	A	B	M	1	O $Aln3$ é bem focado em responder as questões, ajudando naquilo que entendia, cooperando para o bom andamento do trabalho.
($Aln15;$ $Aln26$)	A	A	A	MA	MB	MA	0	O $Aln26$ se distraía muito e nunca estava muito aberto às ideias coletivas.

(Aln27; Aln3)	MA	A	A	A	B	M	1	Somos bem próximos e estudamos sempre juntos.
(Aln27; Aln29)	MA	A	A	MA	A	A	0	Pelo fato de eu não conhecer bem o Aln29.
(Aln17; Aln20)	MA	A	A	B	M	B	1	Pela facilidade que o Aln20 tem de ajudar os companheiros com as dificuldades encontradas nas realizações de tarefas.
(Aln17; Aln19)	MA	A	A	B	MB	B	0	Pelo fato do Aln19 ter uma personalidade muito diferente da minha e que algumas vezes houve uma divergência na forma de trabalhar.
(Aln16, Aln14)	A	A	A	MA	A	A	1	Além do Aln14 responder as questões que tinha ficado encarregado de fazer, ele ainda ajudava os outros componentes a responderem as questões encarregadas por estes, bem como analisava se as mesmas estavam certas ou erradas.
(Aln16; Aln34)	A	A	A	B	MB	B	1	Além do Aln34 responder as questões que tinha ficado encarregado de fazer, ele ainda ajudava os outros componentes a responderem as questões encarregadas por estes, bem como analisava se as mesmas estavam certas ou erradas.
(Aln16; Aln36)	A	A	A	B	A	A	0	Não gostei de trabalhar com o Aln36 porque o trabalho de equipe dele se limitou apenas em responder à questão que estava encarregado de fazer.
(Aln20; Aln18)	B	M	B	M	A	MA	1	Gostei de trabalhar em grupo com o Aln18 devido que o mesmo se importa com a opinião dos outros, assim como mantém o grupo animado.
(Aln20; Aln25)	B	M	B	M	A	MB	1	Gostei de trabalhar em grupo com o Aln25 devido

								que o mesmo se importa com a opinião dos outros assim como mantém o grupo animado.
(Aln20; Aln30)	B	M	B	M	MB	B	1	Gostei de trabalhar em grupo com o Aln30 devido que o mesmo se importa com a opinião dos outros, assim como mantém o grupo animado.
(Aln20; Aln13)	B	M	B	MA	M	M	0	Não gostei de trabalhar em grupo com o Aln13, pois o único defeito dele é ser egocêntrico, ou melhor dizendo, faz umas brincadeiras de mau gosto com as opiniões dos outros e que a opinião dele mais valha, e claro, quando mais precisamos dele, ele desaparece.
(Aln25; Aln20)	M	A	MB	B	M	B	1	Gostei de trabalhar com o Aln20 porque ele deu boas ideias e contribuiu de forma satisfatória ao longo de toda elaboração do trabalho proposto.
(Aln25; Aln13)	M	A	MB	MA	M	M	0	Gostei menos de trabalhar com o Aln13, pois apesar deste ter contribuído com o trabalho, foi quem contribuiu menos.
(Aln29; Aln15)	MA	A	A	A	A	A	1	Gostei mais de trabalhar em grupo com o Aln15 porque este demonstrou maior comprometimento com a resolução dos exercícios propostos.
(Aln29; Aln27)	MA	A	A	MA	A	A	0	A pessoa com quem menos gostei de trabalhar foi o Aln27 porque de todos do grupo é o que tenho menos afinidade.
(Aln30; Aln20)	M	MB	B	B	M	B	1	Eu gostei de trabalhar mais com o Aln20, pois é fácil dialogar com ele.
(Aln30; Aln28)	M	MB	B	B	B	B	0	Eu não gostei muito de trabalhar com o Aln28, pois ele sempre se exclui e

								fica muito difícil de conversar assim.
(Aln3; Aln27)	A	B	M	MA	A	A	1	Bom todas as pessoas do meu grupo trabalharam muito bem. Todos bem focados, porém o que para mim se destacou mais foi o Aln27.
(Aln3; Aln26)	A	B	M	MA	MB	MA	0	Não teve nenhuma pessoa que eu não tenha gostado de trabalhar, mas já que alguém tem que ser escolhido eu digo que foi o Aln26. Por alguns momentos ter se distraído, porém mesmo assim ainda foi muito bom trabalhar com ele.
(Aln26; Aln15)	MA	MB	MA	A	A	A	1	Gostei mais de trabalhar com o Aln15 por sua seriedade e compromisso com o trabalho de grupo e organização, o que é um diferencial, pois me falta muito isso e com ele no grupo meio equilibra.
(Aln26; Aln3)	MA	MB	MA	A	B	M	0	Não gostei de trabalhar com o Aln3, não que ele tenha sido mal, porém ele, assim como eu, ele se distrai fácil com as coisas.
(Aln18; Aln25)	M	A	MA	M	A	MB	1	Com quem mais gostei de trabalhar foi com o Aln25 por ter qualidades, tais como paciência, saber discutir os problemas de maneira amigável, aceitar opiniões diversas e saber trabalhar em grupo.
(Aln18; Aln28)	M	A	MA	B	B	B	0	O aluno com quem menos gostei de trabalhar foi com o Aln28 devido ao seu comportamento inadequado durante as atividades, ficava recuado e não participava ativamente dos debates, e até gerava um certo atrito com alguns componentes do grupo.

5.7 Papéis de alunos Vs. perfis de autorrelatos

A partir dos resultados coletados e tabulados da Tabela 28, procedeu-se uma compilação das respostas mais significantes do teste sociométrico representadas na referida tabela pelos binários 1 e 0 e se construiu a Tabela 29, a qual mostra as qualidades dos pares avaliados por seus colegas de grupo. A importância desta descoberta de afinidades entre autorrelatos é de apoiar a formação otimizada de grupos quando se deseja estimar comportamento colaborativos baseada em papéis, por exemplo. Os resultados da Tabela 29 serão mais exauridos no Capítulo 6, análise e discussão dos resultados.

Tabela 29: Papéis do aluno Vs. Perfis de autorrelatos do aluno.

PERFIL DE AUTORRELATO DO ALUNO <i>y</i>	QUALIDADES DOS PARES DESEMPENHADAS NO GRUPO
{ <i>esp</i> : MB; <i>aes</i> : M; <i>aef</i> : M} (2,3,3) ⁴⁴	Se esforça bastante. Ajuda o grupo nas atividades.
{ <i>esp</i> : A; <i>aes</i> : B; <i>aef</i> : M} (5,1,3)	É focado em responder as atividades de aprendizagem. Ajuda o grupo naquilo que entende sobre o assunto aprendido. Cooperar para o bom andamento do grupo.
{ <i>esp</i> : MA; <i>aes</i> : A; <i>aef</i> : A} (4,5,5)	Ajuda os outros membros do grupo a resolver suas atividades de aprendizagem.
{ <i>esp</i> : A; <i>aes</i> : A; <i>aef</i> : MA} (5,5,4)	Se importa com a opinião dos outros membros do grupo. Mantém o grupo animado.
{ <i>esp</i> : M; <i>aes</i> : A; <i>aef</i> : MB} (3,5,2)	Se importa com a opinião dos outros membros do grupo. Mantém o grupo animado. Tem paciência com os demais membros do grupo. Discute os conflitos de forma amigável. Aceita opiniões diversas. Sabe trabalhar de forma colaborativa.
{ <i>esp</i> : A; <i>aes</i> : A; <i>aef</i> : A} (5,5,5)	Demonstra maior comprometimento com a resolução das atividades de aprendizagem. Motiva os membros do grupo com foco no sucesso. Promove interações interpessoais no grupo. Ajuda os colegas de grupo. Seriedade e compromisso com o trabalho de grupo e organização. Equilibra diferenças no grupo.
{ <i>esp</i> : MA; <i>aes</i> : A; <i>aef</i> : A} (4,5,5)	Bem focado na colaboração de grupo e também nas resoluções das atividades de aprendizagem.
{ <i>esp</i> : MA; <i>aes</i> : MB; <i>aef</i> : MA} (4,2,4)	O Aln26 se distraía muito e nunca estava muito aberto às ideias coletivas.

⁴⁴ Representação decimal do perfil de autorrelato (*esp*, *aes*, *aef*).

6 ANÁLISE E DISCUSSÕES DE RESULTADOS

Baseado nos resultados apresentados, especificamente os das Tabelas 23 e 24, assim como dos gráficos de previsões lineares, verificou-se que a variável *TRA* não ofereceu contribuição para a análise de desempenho de grupo. Já a variável *PCGj* ofereceu resultados positivos, apresentando uma relevante tendência/correlação com *PMOA*. Verificou-se que, em ambos os experimentos, através dos Gráficos (a) a (d), a previsão linear mostra que quanto maior o valor de *PCGj* maior será a qualidade de desempenho de grupo, isto é, maior valor para *PMOA*. Conclui-se com isso que a variável *PCGj* é um relevante indicador de colaboração de grupo baseado em perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia.

Constatou-se, pelos resultados dos experimentos, que as composições de grupos com perfis de autorrelatos variando de médio (M) para alto (A) apresentaram desempenhos de grupo satisfatório. Composições de grupos com perfis de autorrelatos baixos (B) não apresentaram desempenhos de aprendizagem esperados. Notou-se, também, que os melhores desempenhos de grupos foram manifestados em formações de grupos de forma aleatória, ocorrendo esse fato nos três experimentos. Este fato nos leva a contestar a assertiva de Henry (2013), em trabalhos correlatos, Seção 2.5, desta tese, que afirma que formações aleatórias de grupos não são ideais para contextos de aprendizagem colaborativa. Todavia, a respectiva pesquisa de tese demonstrou pelos seus achados que tais critérios de formações são satisfatórios e eficientes na promoção da aprendizagem de grupo.

Apesar das composições de grupos pelo sistema terem produzidos resultados positivos, estas formações demandam da oferta amostral suficiente para formar cada grupo desejado pelo professor, pois caso contrário não será possível o professor ter a quantidade de grupos que deseja com aquele perfil específico. Baseado nesta restrição, é recomendável a formação de grupos de forma aleatória.

Do teste sociométrico, pode-se extrair características relevantes dos pares afins, expressas através das respostas destes, como demonstrado através da fala dos alunos: “se esforça em...”; “ajuda o grupo a...”; “se importa com...”; “é focado em...”; “coopera para...”; “tem paciência com...” discute os conflitos”; “aceita opiniões diversas...”; “sabe trabalhar colaborativamente...”; “demonstra comprometimento...”; “motiva o grupo...”; “demonstra seriedade e compromisso...”; “equilibra diferenças no grupo...”; “se distrai muito e nunca estava muito aberto às ideias coletivas”.

Acredita-se que essas expressões de afinidades entre os pares sejam úteis na construção de uma ontologia de colaboração, através de regras de associação do tipo $X \Rightarrow Y$, a qual estaria associando um perfil de autorrelato X ao papel do aluno Y , e assim poder auxiliar a modelagem de *Perfis de autorrelatos Vs. Papel do aluno* para apoiar a formação otimizada de grupos em prol de contextos de aprendizagem colaborativa mais produtivos. Por exemplo, “se X for o perfil de autorrelato do aluno então Y é o papel dele no grupo”. Assim sendo, suponhamos que um aluno X tenha um perfil de autorrelato $A_k = (\text{esp: MA; aes: A; aef: A})$ e papel Y : “resolver conflitos de grupo”. Portanto, a regras de associação conhecida seria do tipo $X \Rightarrow Y$, ou seja, um aluno com esse perfil teria que desempenhar o papel de resolver conflitos de grupo e se não ocorresse esse comportamento, do referido aluno, haveria uma intervenção do sistema ou do professor.

Essa abordagem é ilustrada através da árvore ilustrada na Figura 40. Na Figura 40, tem-se os nós da árvore, os quais são nomeados como segue abaixo.

B, MB, M, MA, A – representam os perfis de autorrelatos do aluno;

P – papéis;

SP - subpapéis

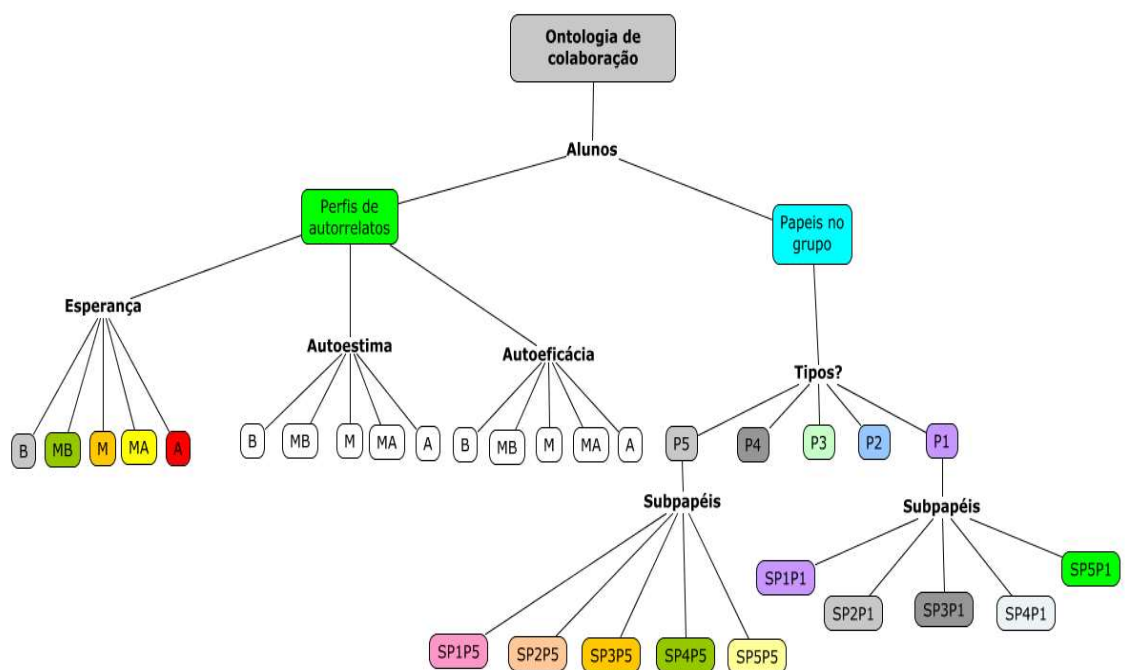


Figura 40: Modelo abstrato da ontologia de colaboração modelada em árvore.

Fonte: Autor (2016).

Como exemplo, na Figura 41 é ilustrada uma aplicação da ontologia de colaboração, baseada em *Perfis de autorrelatos Vs. Papéis de grupo*, no auxílio à formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Para esta aplicação, pegamos um *AlnY* cujo perfil de autorrelato foi $\{esp: A; aes: A; aef: A\}$. A ontologia de colaboração para esse aluno é ilustrada no caminho percorrido na árvore a partir da visita do nó raiz que é o aluno. Segue para o nó perfis de autorrelatos. Checa primeiro o autorrelato *esp: A*. Retorna ao nó perfis de autorrelatos. Segue para o autorrelato autoestima. Visita o nó *aes: A*. Retorna ao nó autoestima. Retorna ao nó perfis de autorrelatos. Visita o autorrelato autoeficácia. Visita o nó *aef: A*. Retorna ao nó autoestima. Retorna ao nó perfis de autorrelatos. Retorna ao nó raiz. Segue para o nó papéis no grupo. Checa tipos de papéis. Visita o nó do papel correspondente. Visita o subpapel do nó mãe deste e finaliza com a execução do papel que reflete seu comportamento colaborativo ou não no grupo.

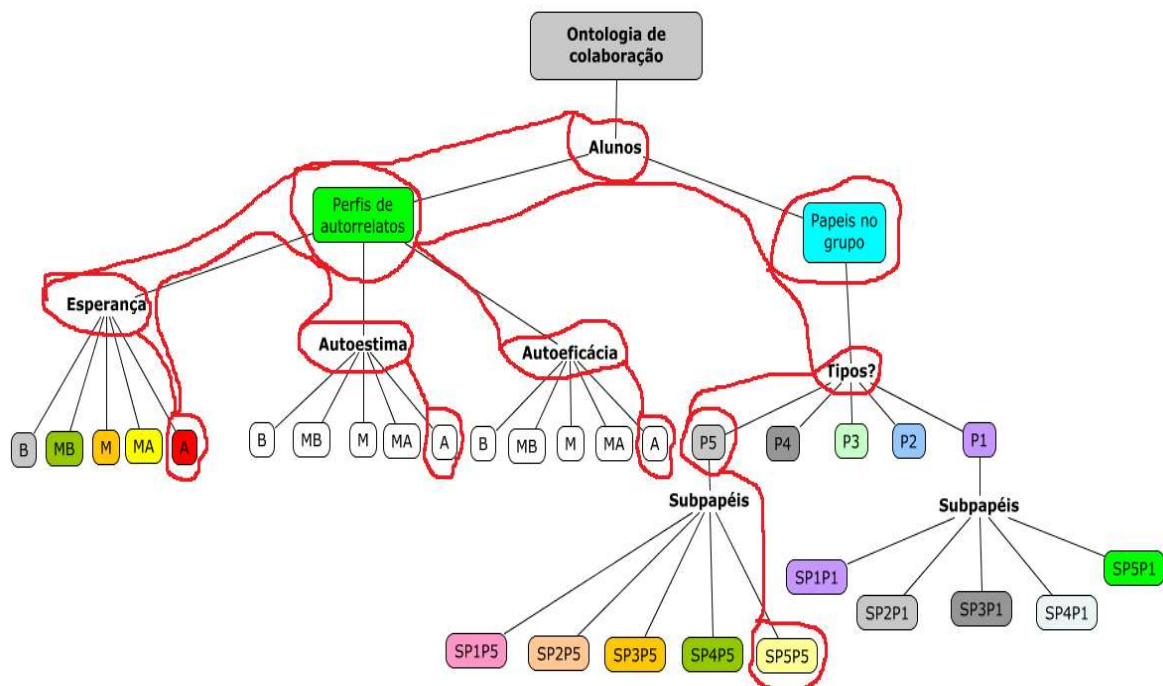


Figura 41: Percurso em árvore para a ontologia de colaboração de um *AlnY*.

Fonte: Autor (2016).

A Figura 41, ilustra a aplicação da ontologia de colaboração para o *AlnY* da Tabela 29, cujo o perfil de autorrelato é $\{esp: A; aes: A; aef: A\}$ e que o papel no grupo corresponderia aos nós P5 e SP5P5 (SubPapel 5 do Papel 5).

Baseado no contexto desta seção, é ilustrada na Figura 42 uma ontologia de colaboração à luz de uma abordagem considerando perfis de autorrelatos do indivíduo. Acredita-se que esta ontologia modelada e implementada venha apoiar a formação otimizada de grupos para potencializar contextos de aprendizagem colaborativa.

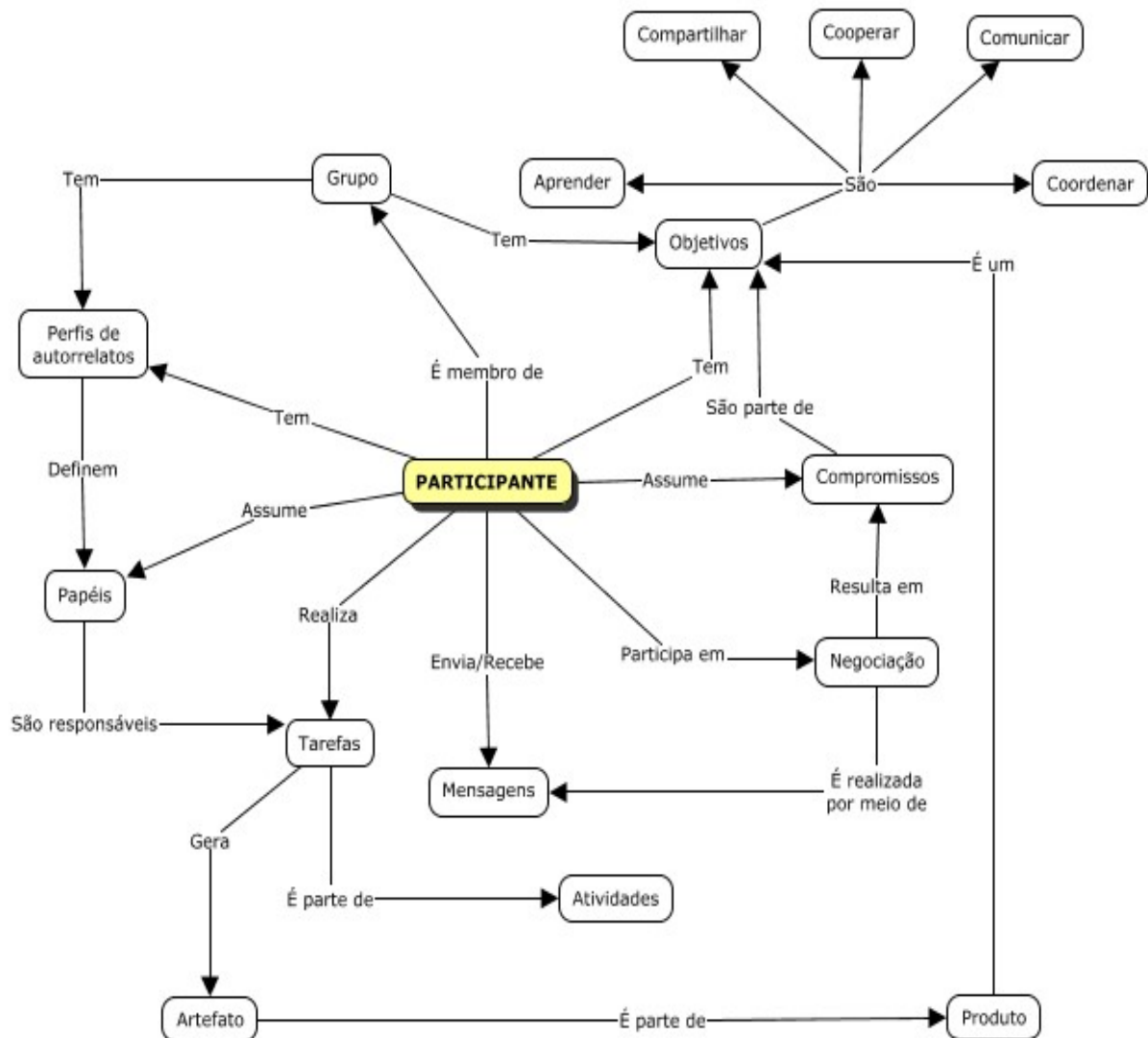


Figura 42: Uma ontologia de colaboração.

Fonte: Autor (2016); adaptado de Vivacqua e Garcia (2011).

Como considerações finais deste capítulo, pode-se concluir que os resultados obtidos são satisfatórios na resposta à questão de pesquisa de tese e seus objetivos, os quais foram motivos da investigação científica rumo à formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa. Dos achados, trazidos pelos experimentos da referida pesquisa de tese, pode-se constatar que as formações livres são indesejáveis para

contextos de aprendizagem colaborativos, confirmando o postulado de Coto et al. (2014), descrito em na Seção 2.5, trabalhos correlatos, quando este ressaltava que tais formações geram problemas conhecidos como “*free-riding*”, onde alguns alunos tendem a trabalhar menos pelo proveito de outros.

7 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

No intuito de contribuir na solução das formações de grupos de alto desempenho para contextos de aprendizagem colaborativa, esta pesquisa de tese apresentou um modelo de tecnologia computacional de apoio educacional que considera perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia* de alunos na intenção de otimizar a formação de grupos que atendam a tais desafios supracitados. Para tal, a pesquisa se alicerçou nos saberes da Psicologia Positiva, Educação e da Computação. Fruto desta articulação de saberes, fundamentação teórica e experimentos de campo foram relevantes para apontar ações metodológicas capazes de produzir respostas para as questões de pesquisa da referida pesquisa. Como principais conclusões e contribuições da pesquisa, pode-se listar as que seguem:

- os resultados dos experimentos se mostraram satisfatórios em relação à melhoria dos desempenhos de grupos quando se considera a variável *PCGj* (Potencial de Colaboração de Grupo) mensurada a partir dos perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia* de alunos;

- os desempenhos de grupos colaborativos mais satisfatórios foram alcançados nos grupos cujos perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia* variaram predominantemente de médio para alto e os mais baixos desempenhos de grupos foram observados naqueles grupos cujos perfis de autorrelatos eram predominantemente baixos;

- os melhores desempenhos de grupos colaborativos foram alcançados através das formações de grupos de forma aleatória (randômica), ressaltando que mesmo o mínimo desempenho de grupo baseado nesta formação, ainda assim foi satisfatório. Este resultado pode confirmar que formações de grupos de forma aleatória é a mais recomendável para potencializar contextos de aprendizagem colaborativa, com a ressalva que nestas formações heterogêneas prevaleçam perfis de médio a alto, ou seja, não permitir que a média dos perfis de autorrelatos dos alunos fique abaixo destas categorias. A justificativa para esta recomendação é que a categoria média a alta possa compensar colaborativamente para suprir deficiências positivas das categorias de baixa a média baixa.

- apesar dos resultados obtidos através das formações de grupos pelo sistema terem sido satisfatórios, deve-se ponderar, entretanto, que esse critério de formação pelo sistema (a partir da formação desejada pelo professor) nem sempre é possível, pois não

se pode garantir que no universo amostrado de alunos o sistema terá disponível o número de perfis de autorrelatos dos alunos desejados pelo professor para formar os grupos de maneira personalizada;

- do teste sociométrico aplicado, pode-se extrair características preponderantes dos pares afins, de forma que estas informações auxiliem no desenvolvimento de um modelo ontológico de colaboração e assim apoiar na definição de papéis do aluno para contextos de aprendizagem colaborativa.

- comparativamente dos trabalhos correlatos com a referida tese, descritos na Tabela 4 (Seção 2.5), conclui-se que a abordagem de considerar perfis de alunos baseada em variáveis psicológicas positivas foi satisfatória como fator preditor de colaboração de grupos e assim promover formações otimizadas de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa, assim como garantir que tal abordagem é relevante como critério de formação de grupos para a aprendizagem colaborativa.

- como contribuição adicional, derivada do percurso da tese, deve-se apontar as dificuldades e limitações encontradas pelo seu autor ao longo de sua investigação de pesquisa. Dificuldades e limitações estas que objetivam contribuir para um melhor avanço do estado da arte de contextos de aprendizagem colaborativa mediadas e/ou não por tecnologias. Portanto, este pesquisador lista a seguir seus principais obstáculos enfrentados:

- (i) métodos, técnicas e instrumentos comprovados cientificamente que venham auxiliar na elaboração de atividades de aprendizagem com fins colaborativos e dessa forma beneficiar as pesquisas investigativas de formação otimizada de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa, como foi esta pesquisa.

- (ii) Pode-se enfatizar, através da literatura pesquisada e estudada, que existem muitos trabalhos que abordam o uso das tecnologias de informação e comunicação para auxiliarem a aprendizagem presencial e/ou a distância, entretanto o estado da arte nesse nicho carece de propostas que abordem dentre as tecnologias digitais a(s) melhor(es) que se enquadra(rem) para apoiar a aprendizagem colaborativa.

- (iii) pode-se, também, apontar como dificuldades a grande resistência e desmotivação dos alunos em realizar suas atividades de aprendizagem no AVEA. O

esforço foi grande para que se pudessemos reuni-los em grupo e fazê-los que aprendessem de forma colaborativa.

Como considerações finais, recomenda-se intensificar os experimentos à luz das formações de grupos de forma aleatória baseada nos perfis de autorrelatos médio a alto, em especial à variável positiva autoestima e assim poder ter uma maior probabilidade de promover a potencialização de contextos de aprendizagem colaborativa. Desta forma, os grupos formados estariam bem divididos e equilibrados para desenvolverem projetos de colaboração de maneira mais eficiente.

Baseado nas conclusões formuladas nesta seção, pode-se confrontá-las com a questão de pesquisa construída pela respectiva tese, assim como os objetivos derivados desta e verificar se os mesmos foram alcançados de forma plena, parcial ou remetem como perspectivas futuras.

- com relação à questão de pesquisa “*Como otimizar formações de grupos para potencializar a aprendizagem colaborativa considerando características positivas do indivíduo?*”, os resultados demonstraram que sim. Grupos heterogêneos (aleatórios) são bem promissores quando há formações de autorrelatos de médios para alto e balanceando os autorrelatos mais baixos, principalmente o autorrelato autoestima, com autorrelatos altos. Os resultados mostraram que não é recomendável deixar grupos com autorrelatos baixos somente nos grupos. A pesquisa, também, demonstrou que as formações pelo sistema são positivas, entretanto nem sempre é possível ter um espaço amostral de indivíduos (quantitativo desejável) que permita formar grupos de forma personalizada, mas é uma alternativa para potencializar contextos de aprendizagem colaborativa;

- quanto aos objetivos construídos, tem que o geral foi alcançado em sua plenitude. Com relação aos objetivos específicos, a pesquisa contribuiu que os autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia são de fundamental importância serem considerados quando a aprendizagem ocorre de forma colaborativa. A pesquisa concebeu e desenvolveu um modelo de tecnologia de apoio educacional no auxílio à formação de grupos para contextos de aprendizagem colaborativa baseado na tecnologia de agentes e sistemas multiagentes, entretanto não atingiu a sua implementação integral, embora contribuiu com o agente AMPAR (Agente de Mensuração de Perfis de Autorrelatos), do modelo SMA-Hermes, o qual já auxilia o professor no cálculo dos referidos perfis. Esta lacuna impossibilitou a validação do modelo em sua plenitude, entretanto o agente AMPAR apoiou uma instância do modelo SMA-Hermes.

7.1 Perspectivas de trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, focar-se-á na implementação dos agentes AMFAR e AACG do SMA-Hermes, assim como sua integração ao AVEA MOODLE, de forma que apoie o processo de aprendizagem colaborativa. Também há uma necessidade continuar os experimentos aplicados em amostras maiores de alunos, possibilitando mais opções de configurações de grupos baseados nos perfis de autorrelatos, de forma a ter um maior mapeamento para as análises de otimizações das formações de grupos. Também há a necessidade de realizar experimentos baseados numa abordagem investigativa de otimização da formação de grupos colaborativos através da atribuição de papéis dos alunos nos grupos baseados em seus perfis de autorrelatos.

Aprimorar as atividades de aprendizagem, adequando-as para os contextos de aprendizagem colaborativa, de forma que essas atividades venham promover interações significativas e assim venham fornecer eficientemente a captura de comportamentos colaborativos dos alunos em interação no AVEA ao longo de suas atividades de aprendizagem, e desta forma propor melhores formações de grupos para aprendizagem colaborativa baseadas em perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia*.

Pretende-se realizar experimentos de formações de grupos priorizando o perfil de autorrelato **autoestima** alto (aes: A) pelo menos um para cada membro de cada grupo formado, no intuito de avaliar os comportamentos expressados por estes indivíduos no grupo como líder, haja vista, como foi descrito por teóricos da Psicologia Positiva, trazidos por esta tese, na seção 2.2, onde tem-se a assertiva que liderança não decorre diretamente da autoestima, mas pode ter efeitos indiretos. Acredita-se, fortemente, que estes experimentos futuros contribuirão na consolidação do Modelo 3C de Colaboração, descrito na Seção 2.3.1.2, especificamente para a sua dimensão Coordenação.

Pretende-se aprofundar-se na abordagem estatística baseada em correlação e regressão a partir dos achados trazidos através dos gráficos de previsões lineares dos critérios de formações de grupos, de forma a criar modelos matemáticos que estimem ou ajustem os pontos o mais próximo possível, e desta forma prever formações otimizadas a partir dos perfis de autorrelatos *esperança*, *autoestima* e *autoeficácia* de alunos que venham beneficiar mais ainda contextos de aprendizagem colaborativa.

Pretende-se, também, desenvolver e implementar o modelo abstrato da ontologia de colaboração orientado a *Papéis Vs. Perfis de autorrelatos*, descrito nesta pesquisa.

Para tal, vislumbra-se utilizar técnicas de IA como Árvores de Decisão, Redes Bayesianas ou Redes Neurais Artificiais (RNAs).

REFERÊNCIAS

-
- REVISTA JAVA MAGAZINE, Nº 51. Disponível em
 <<http://www.devmedia.com.br/introducao-aos-sistemas-multiagentes/28973>>
 Acessado em 28 nov. 2016.
- AGRAWAL, R. et al. (1993). Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases. In: ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, SIGMOD, p. 207-216, 1993.
- BAKKEN, S. S. et al. (2000). PHP Manual: Volume 2. iUniverse, Incorporated, 2000.
- BANDURA, A. Self-efficacy: The exercise of control. New York: W.H. Freeman, 1997.
- BARKLEY, E. et al. (2005). Collaborative Learning Techniques: A Practical Guide to Promoting Learning in Groups. Jossey Bass, San Francisco (2005)
- BARROS, A. J. da S. e LEHFELD, N. A. de S. Fundamentos de Metodologia Científica. – 3. ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- BARTHOLOMEW, D. "MariaDB vs. MySQL." *MariaDB whitepaper* (2012).
- BAUMEISTER, R. F., et al. (2003). "Does high self-esteem cause better performance, interpersonal success, happiness, or healthier lifestyles?." *Psychological science in the public interest* 4.1 (2003): 1-44.
- BERCHT, M. Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas, 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2001.
- BERCHT, M. Computação afetiva: vínculos com a psicologia e aplicações na educação. In: Psicologia & Informática Produções do III PsicoInfo e II Jornada do NPPI, 1ª edição, 2006, p. 106-115. Disponível em: <http://newpsi.bvs-psi.org.br/ebooks2010/en/Acervo_files/PsiInfo.pdf> Acessado em 16 Jan. 2015.
- BLEULER, E. e ZINKIN, J. Dementia Praecox: Or the Group of Schizophrenias. International Universities Press, 1996.
- BOEHNER, K. et al. (2007). "How emotion is made and measured." *International Journal of Human-Computer Studies* 65.4 (2007): 275-291.
- BRESSLER, L. A. et al. (2011). BRESSLER, M. S. and BRESSLER, M. E.. "Demographic and psychographic variables and the effect on online student success." *Journal of Technology Research* 2 (2011): 1-16.
- BRUNET, K. S. Intercom – Revista Brasileira de Ciências da Comunicação. São Paulo, v. 32, n. 1, p. 69-87. jan./jun., 2009.

- CAMPANA et al. (2008). "Agentes para Apoiar o Acompanhamento das Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem." *Anais do Simpósio brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 1. No. 1. 2008.
- CHATZARA, K. et al. (2012). Emotional Interaction in e-Learning. Research on e Learning and ICT in Education. Springer New York, 2012. 253-265.
- CITADIN, J. R. et al. (2014). "Formação de Grupos para Aprendizagem Colaborativa: Um mapeamento sistemático da literatura." TISE, 2014.
- COGO, A. L. P. "Cooperação versus colaboração: conceitos para o ensino de enfermagem em ambiente virtual." *Revista Brasileira de Enfermagem. REBEn Rev Bras Enferm* 59.5 (2006): 680.
- COLL, C. e MONEREO, C. "Psicologia da educação virtual: Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação" *Pré-Jornada: Caderno de Leitura II* (2008): 25. Ed. Artmed, 2010.
- COSTAGUTA, R. e MENINI, M. de los A. "An assistant agent for group formation in CSCL based on student learning styles." *Proceedings of the 7th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*. ACM, 2014.
- COTO, M. et al. (2014). "Evaluation of the collaboration process from an individual and collaborative perspective." *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction*. ACM, 2014.
- CRUZ, W. M. e ISOTANI, S. Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. In: International Conference on Collaboration and Technology (CRIWG), 2014, Santiago. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2014. v. 8658. p. 199 – 214.
- CUNHA, L. M. et al. (2002). "Suporte a Grupos de Trabalho em Turmas do Ambiente AulaNet." *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 1. No. 1. 2002.
- DAMÁSIO, A. R. O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras, 2000, p. 474.
- DAY, L. et al. (2010). "Hope uniquely predicts objective academic achievement above intelligence, personality, and previous academic achievement." *Journal of Research in Personality* 44.4 (2010): 550-553.
- DE LOACH, S. A e WOOD, M. F. "An overview of the multiagent systems engineering methodology." *Agent-Oriented Software Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, 2001.

- DEMAZEAU, Y. e MÜLLER, J-P. Decentralized artificial intelligence. NorthHolland: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 3-13. Trabalho apresentado no European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World, Cambridge, 1990.
- DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning?, University of Geneva, Switzerland, 1999.
- DILLENBOURG, P. (Ed.). (1999b). Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. Amsterdam, NL: Pergamon, Elsevier Science. In (Ed.).
- DILLENBOURG, P. Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In: Three Worlds of CSCL. Can we support CSCL?, pp. 61–91. Open University Nederland, Heerlen (2002).
- DORÇA, F. et al. (2002). "Um sistema inteligente multiagente para educação a distância." *XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. 2002.
- ELLWAWGER, C. et al. (2014). Proposta de Integração de Afetividade em Simulador: uma aplicação educacional. In: *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, TISE - 2014, pp. 475-480.
- FÁVERO, L. P. et al. (2009). "Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões." Ed. Campus – Rio de Janeiro, (2009): 195-265.
- FAYYAD, U. M.; PIATESKY-SHAPIO, G.; SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI Press, 1996.
- FERREIRA, A. B. de H. *Miniaurélio: O minidicionário da língua portuguesa*. 7. ed. – Curitiba: Ed. Positivo, 2008.
- FLICK, Uwe. *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. Porto Alegre: Penso, 2013.
- FUKS, H. et al. (2002). "The Development and Application of Distance Learning on the Internet", *The Journal of Open and Distance Learning*, Carfax Publishing, UK, February 2002, Vol. 17, N. 1, (2002), 23-38.
- FUKS, H et al., (2004), "O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet", *Informática na Educação: Teoria e Prática*, vol. 7, No. 1, Porto Alegre, UFRGS, ISSN 1516-084X, pp. 25-48. Disponível em <http://www.les.inf.puc-rio.br/groupware>, 2004.
- FUKS, H. et al. (2011). Teorias e modelos de colaboração. In: *Sistemas Colaborativos/(Org.)*, Mariano Pimentel e Hugo Fuks – Rio de Janeiro: Campus, 2011.

- GILLHAM, J. "The science of optimism and hope." *The science of optimism and hope* (2000).
- GIRARDI, R. Engenharia de Software Baseada em Agentes. IV Congresso Brasileiro de Computação, n. 4, p. 25, 2004.
- GONÇALVES, E. C. Regras de Associação e suas medidas de interesses objetivas e subjetivas. *Infocomp Journal of Computer*. V. 04, n. 01, 2005.
- GOODMAN, D. *Dynamic HTML: The Definitive Reference: A Comprehensive Resource for HTML, CSS, DOM & JavaScript*. " O'Reilly Media, Inc.", 2002.
- GUEDES, V. S. Formação de Grupos em Ambientes de Ensino Colaborativo Apoiados por Computador, 2005.
- HENRY, T. R. "Creating effective student groups: an introduction to groupformation.org." *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*. ACM, 2013.
- HUTZ, C. S. et al. (2014). Satisfação de vida. In: Avaliação em Psicologia Positiva/Organizador, Cláudio Simon Hutz - Porto Alegre: Artmed, 2014.
- ISOTANI, S. et al. (2008). "Web 3.0-Os rumos da Web semântica e da Web 2.0 nos ambientes educacionais." *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 1. No. 1. 2008.
- ISOTANI, S. et al. (2009). An Ontology Engineering Approach to the Realization of Theory-Driven Group Formation. *International Journal on ComputerSupported Collaborative Learning* 4(4), 445–478 (2009)
- JARVELÃ, S. et al. (2015) "Regulated Learning in CSCL: Theoretical Progress for Learning Success.". In CSCL 2015: < <https://www.isls.org/cscl2015/>>
- JENNINGS, N. R. et al. (1998). A roadmap of agent research and development. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 1, n. 1, p. 7–38, jan. 1998. ISSN 1387-2532. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1010090405266>>.
- JENNINGS N. R. On agent-based software engineering *Artificial Intelligence Elsevier*, v. 117, n.2, p. 277-296, 2000.
- JUNIOR, C. G. C. et al. (2008). "Inteligência Artificial Distribuída: conhecendo para aplicar." *Estudos* 35.2 (2008): 247-256.
- KRAMER, J. e CONOLEY, J. "11th Mental Measurements Handbook." (1992).
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. De A. "Fundamentos da metodologia científica." *Fundamentos da metodologia científica*. Atlas, 2010.

- LARMAN, Craig. Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo. 3. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LARSON, R. e FARBER, B. Estatística Aplicada. 4. ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- LOPES, Maria Sandra Souza. "Avaliação da aprendizagem em atividades colaborativas em EaD viabilizada por um fórum categorizado." *Rio de Janeiro* 168 (2007).
- MECCA, A. M. et al. (1989). The social importance of self-esteem. Berkeley: University of California Press.
- MEDINA, R. D. et al. (2013). "A method to form learners groups in computer-supported collaborative learning systems." *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*. ACM, 2013.
- MELTON, J. "Sql language summary." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 28.1 (1996): 141-143.
- MONTESERIN, A. et al. (2010) "Análisis de la formación de grupos en Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadoras." *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 1. No. 1. 2010.
- MORAN, J. M. "A educação a distância, mais focada em pesquisa e colaboração." *Fidalgo, Fernando Selmar Rocha.[et al.], organizadores. Educação a distância meios, atores e processos. Belo Horizonte: CAED–UFMG (2013).*
- NOMELINI, J. et al. (2010). Emprego de regras de associação para extração de padrões mercadológicos de touros Nelore com avaliação genética. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 12, 2010.
- OUNNAS, A. et al. (2008). "A framework for semantic group formation." *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT'08. Eighth IEEE International Conference on*. IEEE, 2008.
- OWENS, D. et al. (1998). "Strategic formation of groups: Issues in task performance and team member selection." *Research on managing groups and teams* 1 (1998): 149 165.
- PACICO, J. C. e BASTIANELLO, M. R. Instrumentos para avaliação da esperança disposicional e escala de esperança cognitiva. In: *Avaliação em Psicologia Positiva/(Org.)*, Cláudio Simon Hutz - Porto Alegre: Artmed, 2014.
- PACICO, J. C. et al. (2014). Autoeficácia - Yes We Can! In: *Avaliação em Psicologia Positiva/Organizador*, Cláudio Simon Hutz - Porto Alegre: Artmed, 2014.

- PADGHAM, L. and WINIKOFF. Developing intelligent agent systems: a practical guide. [S.l.]: John Wiley and Sons, 2004.
- PALUDO, S. dos S. e KOLLER, S. H. Psicologia Positiva: uma nova abordagem para antigas questões. *PAIDEIA*, 17(36), 9-20, 2007.
- PICARD, R. W. Affective Computing. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1997, 292p.
- PONTES, A. Á. *Uma arquitetura de agentes para suporte à colaboração na aprendizagem baseada em problemas em ambientes virtuais de aprendizagem*. Diss. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2010.
- PUTZE, F. e SCHULTZ, T. "Adaptive cognitive technical systems." *Journal of neuroscience methods* 234 (2014): 108-115.
- QUARTO, C. C. (2006). Inferindo Fatores Sócio-afetivos em Ambientes de Ensino e Aprendizagem Colaborativos Assistidos por Computador / Cícero Costa Quarto - São Luís, 2006, 154 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade, UFMA, 2006.
- REIS, L. Coordenação em sistemas multiagente: aplicações na gestão universitária e futebol robótico. Portugal: Universidade do Porto, 2012.
- REIS, H. M. et al. (2014). "Investigando os aspectos culturais na formação de grupos da aprendizagem colaborativa: uma revisão da literatura." *Cadernos de Informática* 8.3: 25-29. Anais do WCIHC2014 I Workshop sobre Questões Culturais em IHC (em conjunto com o IHC2014 – XIII).
- REIS, R. et al. (2015a). "Relação entre os Estados Afetivos e as Teorias de Aprendizagem na Formação de Grupos em Ambientes CSCL." *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 26. No. 1. 2015.
- RICCI, A. et al. (2009). Environment programming in cartago. In: *Multi-Agent Programming*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 259–288.
- RICCI, A. et al. (2011). Environment programming in multi-agent systems: an artifact-based perspective. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Springer, v. 23, n. 2, p. 158–192, 2011.
- ROLOFF, M. L. *Uma nova Abordagem para a Implementação de um Sistema Multiagente para a Configuração e o Monitoramento da Produção de Pequenas Séries*. Diss. Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

- ROSCHELLE, J. e TEASLEY, S. (1995). The construction of shared Knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), Computer-supported collaborative learning (pp. 69-197). Berlin, Germany: Springer Verlag.
- ROSENBERG, M. Society and the adolescent self-image. Revised edition. Middle-town, CT: Wesleyan University Press, 1989.
- RUSSELL, S. and NORVIG, P. Artificial intelligence: A modern approach, 3ed. [S.l.]: Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- SARDELICH, M. E. Aprender a avaliar a aprendizagem. In: SILVA, Marco; SANTOS, Edméa (Org.). Avaliação da aprendizagem em educação online. São Paulo: Loyola, 2006. p. 211-226.
- SEEBER, I. et al. (2012). "CoPrA: a process analysis technique to investigate collaboration in groups." *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*. IEEE, 2012.
- SELIGMAN, M. e CSIKSZENTMIHALYI, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55, 5-14.
- SELIGMAN, M. EP. *Authentic happiness: Using the new positive psychology to realize your potential for lasting fulfillment*. Simon and Schuster, 2004.
- SICHMAN, J. S. et al. (1992). How can knowledge-based systems be called agents? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 9, Rio de Janeiro, 1992.
- SILVA, I. S. et al. (2004). "A importância da Inteligência Artificial e dos Sistemas Especialistas, 2004."
- SILVA, C. G. e FIGUEIREDO, V. F. Ambiente Virtual de Aprendizagem comunicação, interação e afetividade na EAD. *Revista Aprendizagem em EAD*. V01, 2012.
- SILVA, E. L. da e MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação - 4a. ed. revisada e atualizada - Florianópolis - SC, UFSC, 2005.
- SNYDER, C. R., et al. (1996). Development and validation of the State Hope Scale. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 321–335.
- SNYDER, C. R. et al. (2002). "Hopeful choices: A school counselor's guide to hope theory." *Journal of Personality and Social Psychology* 65 (2002): 1061-1070.

- SNYDER, C. R., et al. "Hope theory, measurements, and applications to school psychology." *School Psychology Quarterly* 18.2 (2003): 122.
- SO, H. e BRUSH, T. "Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: Relationships and critical factors." *Computers & Education* 51.1 (2008): 318-336.
- SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 9. Ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- STAATS, S. "Hope: A comparison of two self-report measures for adults." *Journal of Personality Assessment* 53.2 (1989): 366-375.
- STAHL, G et al. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press. Disponível em: <http://GerryStahl.net/cscl/CSCL_English.pdf> Acessado em: 14 jun. 2014.
- TAN, P, N. et al. (2009). Introdução ao Data Mining Mineração de Dados. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA, 2009.
- TIERNEY, W. G. "Addressing Failure: Factors Affecting Native American College Student Retention." *Journal of Navajo Education* 13.1 (1995): 3-7.
- VALCKENAERS, P. et al. (2007). Applications and environments for multi-agent systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Springer, v. 14, n. 1, p. 61–85, 2007.
- VIROLI, M.; HOLVOET, T.; RICCI, A.; SCHELFTHOUT, K.; ZAMBONELLI, F. *Infrastructuresfortheenvironmentofmultiagentsystems.AutonomousAgentsandMulti-AgentSystems*, Springer, v. 14, n. 1, p. 49–60, 2007.
- VIVACQUA, A. S. e GARCIA, A. C. B. Ontologia de Colaboração. In: *Sistemas Colaborativos/(Org.)*, Mariano Pimentel e Hugo Fuks – Rio de Janeiro: Campus, 2011.
- VERAS, N. de L. Planejamento de atendimentos em saúde orientado por metas com suporte à simulação de eventos estocásticos utilizando agentes inteligentes. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação, Fortaleza, 2015.
- WEISS, Gerhard. *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*. MIT press, 1999.

- WESSNER, M., e PFISTER, H. "Group formation in computer-supported collaborative learning." *Proceedings of the 2001 international ACM SIGGROUP conference on supporting group work*. ACM, 2001.
- WEYNS, D. et al. (2007). Environment as a first class abstraction in multiagent systems. *Autonomous agents and multi-agent systems*, Springer, v. 14, n. 1, p. 5–30, 2007.
- WOOLDRIDGE, M. and JENNINGS, N. R. *Intelligent agents: Theory and practice*. *The knowledge engineering review*, Cambridge University Press, v. 10, n. 02, p. 115–152, 1995
- WOOLDRIDGE, P. *An Introduction to Multiagent Systems*. Addison-Wesley, Reading, MA. 2000.
- WOOLDRIDGE, M.(Ed.), *Proceedings of the First International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer-Verlag, Berlin, v. 1957, p. 207- 221, 2001
- WOOLDRIDGE, M. J. *An Introduction to Multiagent Systems*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008.
- ZANON, C. e HUTZ, C. S. Escala de Afetos Positivos e Afetos Negativos (PANAS). In: *Avaliação em Psicologia Positiva/Organizador, Cláudio Simon Hutz - Porto Alegre: Artmed, 2014.*

APÊNDICES

Apêndice 1: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Esperança.

Exemplo ilustrativo: Suponhamos que um aluno respondeu à escala de esperança disposicional e as respostas dele foram:

1. 4
2. 3
3. 5
4. 4
5. 1
6. 4
7. 4
8. 3
9. 2
10. 1
11. 1
12. 2

Portanto, o **escore bruto** (t) do aluno vai ser calculado da forma que segue abaixo:

$$t = 4+3+4+4+3+2+1+2 = 23$$

Entrando com esse valor na Tabela de Normas (Anexo 2), vamos encontrar o percentil.

Nota: Quando o valor do escore bruto não tiver na Tabela, pegamos o valor imediato superior. Nesse caso do exemplo, o valor 23 não tem. Logo, o valor superior imediato é 24, que vai dá um percentil 5. Conforme classificação da Tabela de perfis de autorrelatos, este aluno teria uma esperança baixa, pois o valor do percentil dele é menor que 30%.

Apêndice 2: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Autoestima.

Exemplo ilustrativo: Suponhamos que um aluno (sexo masculino e idade = 26 anos) respondeu à escala de autoestima e as respostas dele foram:

1. 4
2. 3
3. 3
4. 3
5. 3
6. 2
7. 2
8. 2
9. 4
10. 3

Portanto, o **escore bruto** (t) do aluno vai ser calculado da forma que segue abaixo:

Conforme a norma, antes de somar os itens respostas (os dez itens), os itens **3, 5, 8, 9 e 10** devem ser invertidos. Para inverter os itens, sua pontuação deve ser alterada (1 = 4, 2 = 3, 3 = 2, 4 = 1. No exemplo ilustrativo, teríamos, já invertendo os valores dos itens:

$$t = 4 + 3 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2 + 3 + 1 + 2 = 24$$

Entrando com esse valor na Tabela, vamos encontrar o percentil.

Nota: Quando o valor do escore bruto não tiver na Tabela (Anexo 3), pegamos o valor imediato superior. Nesse caso do exemplo (masculino e idade = 26), Tabela 3 (ou 2 do arquivo), o valor 24 não tem. Logo, o valor superior imediato é 25, que dá um percentil de 80. Conforme classificação da Tabela de perfis de autorrelatos, este aluno teria uma autoestima alta, pois o valor do percentil dele é maior ou igual a 70%.

Apêndice 3: Exemplo ilustrativo da mensuração do autorrelato Autoeficácia.

Exemplo ilustrativo: Suponhamos que um aluno (sexo masculino e idade de 26 anos) respondeu à escala de autoeficácia e as respostas dele foram:

1. 3
 2. 3
 3. 4
 4. 2
 5. 3
 6. 4
 7. 3
8. 3
 9. 5
 10. 3
11. 3
 12. 2
13. 4
 14. 3
 15. 2
16. 4
 17. 4
18. 3
 19. 3
20. 5

Portanto, o **escore bruto** (t) do aluno vai ser calculado da forma que segue abaixo:

$$t = 3+3+4+2+3+4+3+3+5+3+3+2+2+3+2+2+4+3+3+1 = 58$$

Entrando com esse valor na Tabela, vamos encontrar o percentil.

Nota: Quando o valor do escore bruto não tiver na Tabela (ANEXO 10A), pegamos o valor imediato superior. Nesse caso do exemplo (masculino e 26 anos), o valor 58 não tem. Logo, o valor superior imediato é 59, que vai dá um percentil 5. Conforme classificação da Tabela de perfis de autorrelatos, este aluno teria uma autoeficácia baixa, pois o valor do percentil dele é menor que 30%.

Apêndice 4: Conteúdos de aprendizagem no MOODLE CINTED/UFRGS.

NAVEGAÇÃO

Página inicial

- Minha página inicial
- Páginas do site
- Meu perfil
- Curso atual
 - MDB**
 - Participantes
 - Emblemas
 - Geral
 - Objetos básicos de estudos
 - Etapa 1 - Meses de março e abril
 - Tópico 3
 - Tópico 4
 - Tópico 5
 - Tópico 6
 - Tópico 7
 - Tópico 8
 - Tópico 9
 - Tópico 10
 - Meus cursos

MATEMÁTICA DISCRETA BÁSICA
PROF. CÍCERO C. QUARTO



- Fórum de notícias
- Matemática Discreta e Suas Aplicações no Desenvolvimento de Sistemas Computacionais
- Cursos On-line

ADMINISTRAÇÃO

Administração do curso

- Ativar edição
- Editar configurações
- Usuários
- Filtros

Objetos básicos de estudos

- ConteúdoProgramático
- LivroTexto1
- LivroTexto2
- SlidesAula
- PlanoDeEnsino

Fonte: Autor (2016).

Apêndice 5: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS.

CINTED (moodle)

Português - Brasil (pt_br) ▾

Matemática Discreta Básica

[Página inicial](#) ▶ [Meus cursos](#) ▶ [PGIE](#) ▶ [DINTER-Maranhão](#) ▶ [MDB](#) ▶ [Usuários](#) ▶ [Grupos](#)

NAVEGAÇÃO

Página inicial

- [Minha página inicial](#)
- ▶ [Páginas do site](#)
- ▶ [Meu perfil](#)
- ▼ [Curso atual](#)
 - ▼ [MDB](#)
 - ▶ [Participantes](#)
 - ▶ [Emblemas](#)
 - ▶ [Geral](#)
 - ▶ [Objetos básicos de estudos](#)
 - ▶ [Etapa 1 - Meses de março e abril](#)
 - ▶ [Tópico 3](#)
 - ▶ [Tópico 4](#)
 - ▶ [Tópico 5](#)
 - ▶ [Tópico 6](#)
 - ▶ [Tópico 7](#)
 - ▶ [Tópico 8](#)
 - ▶ [Tópico 9](#)

[Grupos](#)[Agrupamentos](#)[Visão geral](#)

MDB Grupos

Grupos:

- Inteligência Espacial (7)
- Inteligência Existencial (8)
- Inteligência Interpessoal (8)
- Inteligência Intrapessoal (6)
- Inteligência Linguística (6)
- Inteligência Lógico-Matemática (6)
- Inteligência Musical (6)
- Inteligência Naturalista (7)

Fonte: Autor (2016).

Apêndice 6: Atividades de aprendizagem no MOODLE/CINTED/UFRGS.

Tópico 3

Atividades de maio/2015



Tópico 4

ATIVIDADES DOS MESES DE JUNHO E JULHO



Fonte: O autor (<http://moodle2.cinted.ufrgs.br/course/view.php?id=349>)

CINTED (moodle) Português - Brasil (pt_br) ▾

NAVEGAÇÃO

Página inicial

- Minha página inicial
- Páginas do site
- Meu perfil
- ▾ Curso atual
 - ▾ EDA
 - Participantes
 - Emblemas
 - Geral
 - Atividade 1
 - Atividade 2
 - Atividade 3
 - Teste sociométrico
 - Tópico 5
 - Tópico 6
 - Tópico 7
 - Tópico 8
 - Tópico 9
 - Tópico 10
 - Meus cursos

ADMINISTRAÇÃO

- ▾ Administração do curso
 - ✎ Ativar edição
 - ⚙ Editar configurações
 - Usuários

Fórum de notícias

Atividade 1

- Fórum 1
- Chat tira-dúvidas
- Tarefa1
- Documentação_atividade1

Atividade 2

- Tarefa 2
- Documentação_atividade2

Atividade 3

- Tarefa 3
- Documentação_atividade3

Fonte: Autor (2016).

Apêndice 7: Chat tira-dúvidas no MOODLE/CINTED/UFRGS.

CINTED (moodle) Português - Brasil (pt_br)

Estrutura de Dados Avançados

Página inicial ▶ Meus cursos ▶ PGIE ▶ DINTER-Maranhão ▶ EDA ▶ Atividade 1 ▶ Chat tira-dúvidas ▶ Ver sessões encerradas ▶ Sessões de chat

NAVEGAÇÃO

Página inicial

- Minha página inicial
- ▶ Páginas do site
- ▶ Meu perfil
- ▼ Curso atual
 - EDA
 - ▶ Participantes
 - ▶ Emblemas
 - ▶ Geral
 - Atividade 1
 - Fórum 1
 - Chat tira-dúvidas**
 - ▶ Clique aqui para entrar no chat agora
 - ▶ Versão sem frames e Javascript
 - Tarefa1
 - Documentação_atividade1
 - ▶ Atividade 2
 - ▶ Atividade 3
 - ▶ Teste sociométrico
 - ▶ Tópico 5

Chat tira-dúvidas: Sessões de chat


















Grupos separados

Monday, 16 May 2016, 20:48 -> Monday, 16 May 2016, 22:10

- Cícero Quarto (70)
- Paulo Ricardo Da Silva Dias (40)
- Luis Fillype da Silva (25)
- Nubia Luz Fernandes (22)
- Lucas Gomes (19)
- Luan Araujo (13)
- Andrey Cadilhe (11)
- Larissa Ferreira França (10)
- Roubert Pimenta Ribeiro (7)
- Pedro Yago Rabelo de Sousa (6)
- cicero guilherme (6)
- Roberto Serejo (5)
- Cély Gabrielle Santos (5)
- Arthur Moura Barbosa (5)
- Higor Gabriel Rodrigues Lima (5)
- Philippe Manoel (4)
- Antônio Luís (4)
- Italo Feitosa (4)

Fonte: Autor (2016)

Apêndice 8: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS (Experimento 3).

Grupos (24)	Membros do grupo	Número de usuários
 A	Flavio Antonio Dutra Fernandes, Italo Feitosa, Thomaz Machado, Cícero Quarto, Darlisson Santos de Jesus, Pedro Vinnicius Bernhard	6
 B	Luan Araujo, Higor Gabriel Rodrigues Lima, Cely Gabrielle Santos, Philippe Manoel, Ian Pereira, Cícero Quarto	6
 C	guilherme alexander, Raylan Aviz Lima Maciel, Antônio Luis, Cícero Quarto, Andreлина Silva	5
 D	Alex Cesar Sousa, Francisco de Assis de Souza Alves Júnior, Dimas Frazão, Clauber Martins Pinto, Cícero Quarto, Tiago S. F.	6
 E	Gilberto Balby, João Pedro, Cícero Quarto, Ritta Seixas, Roberto Serejo, Clésio sharinghim	6
 F	Larissa Ferreira França, Luis Fillype da Silva, Vanessa Luana Soares Corrêa, Paulo Nogueira, Eryck Nunes, Cícero Quarto	6
 G	Breno Batista, Mateus Brito, Lucas Raphael Fernandes Ferreira, cicero guilherme, Cícero Quarto, Pedro Yago Rabelo de Sousa	6
 Grupo Blue	Mateus Brito, Larissa Ferreira França, Higor Gabriel Rodrigues Lima, Philippe Manoel	4
 Grupo Green	Luan Araujo, Gilberto Balby, Thomaz Machado, Andreлина Silva	4
 Grupo Grey	Italo Feitosa, Luis Fillype da Silva, Cely Gabrielle Santos, Ricardo Gonçalves, Pedro Vinnicius Bernhard	5
 Grupo Orange	Alex Cesar Sousa, Paulo Ricardo Da Silva Dias, Nubia Luz Fernandes, João Pedro	4
 Grupo Purple	Breno Batista, Lucas Gomes, cicero guilherme, Roubert Pimenta Ribeiro, Darlisson Santos de Jesus	5
 Grupo Red	guilherme alexander, Vanessa Luana Soares Corrêa, Arthur Moura Barbosa, Roberto Serejo, Clésio sharinghim	5
 Grupo White	Raylan Aviz Lima Maciel, Lucas Raphael Fernandes Ferreira, Clauber Martins Pinto, Paulo Nogueira	4
 Grupo Yellow	Andrey Cadihe, Antônio Luis, João Renato, Tiago S. F.	4
 H	Lucas Gomes, Ricardo Gonçalves, Arthur Moura Barbosa, Roubert Pimenta Ribeiro, Cícero Quarto, João Renato	6
 I	Andrey Cadihe, Paulo Ricardo Da Silva Dias, Luiz Freitas, Nubia Luz Fernandes, Cícero Quarto	5
Júpiter	Paulo Ricardo Da Silva Dias, Larissa Ferreira França, Luis Fillype da Silva, Higor Gabriel Rodrigues Lima, João Renato	5
Marte	Andrey Cadihe, Ricardo Gonçalves, cicero guilherme, Antônio Luis, Roubert Pimenta Ribeiro	5
Mercúrio	guilherme alexander, Italo Feitosa, Nubia Luz Fernandes, Thomaz Machado, Arthur Moura Barbosa	5
Plutão	Mateus Brito, Alex Cesar Sousa, João Pedro, Clésio sharinghim	4
Terra	Luan Araujo, Cely Gabrielle Santos, Roberto Serejo, Andreлина Silva	4
Urano	Breno Batista, Vanessa Luana Soares Corrêa, Darlisson Santos de Jesus, Pedro Vinnicius Bernhard	4
Vênus	Gilberto Balby, Lucas Raphael Fernandes Ferreira, Lucas Gomes, Philippe Manoel, Tiago S. F.	5

 Documentação de Moodle relativa a esta página

Você acessou como Cícero Quarto (Sair)
EDA

Fonte: Autor (2016).

Apêndice 9: Grupos formados no MOODLE/CINTED/UFRGS (Experimentos 1 e 2).

Matemática Discreta Básica

Página inicial ▶ Meus cursos ▶ PGIE ▶ DINTER-Maranhão ▶ MDB ▶ Usuários ▶ Grupos ▶ Visão geral

NAVEGAÇÃO

- Página inicial
 - Minha página inicial
 - ▶ Páginas do site
 - ▶ Meu perfil
 - ▼ Curso atual
 - ▶ MDB
 - ▶ Participantes

Grupos Agrupamentos Visão geral

MDB Visão geral

Agrupamento Grupo

Filtrar grupos por: Todos Todos

[Grupos que não estão em nenhum agrupamento]

Grupos (8)	Membros do grupo	Número de usuários
Inteligência Espacial	Flavio Antonio Dutra Fernandes, Lucas de Souza Vieira, Dimas Frazão, cicero guilherme, Antônio Luís, Eryck Nunes, Cicero Quarto	7
Inteligência Existencial	Mateus Brito, Francisco Castelo Branco, Alex Cesar Sousa, Lucas de Souza Vieira, Nubia Luz Fernandes, Thomaz Machado, Cicero Quarto, Clésio shaningham	8
Inteligência Interpessoal	guilherme alexander, Andrey Cadilhe, Lucas de Souza Vieira, Arthur Moura Barbosa, Roubert Pimenta Ribeiro, Cicero Quarto, Roberto Serejo, Carlos Soares Soares	8
Inteligência Intrapessoal	Luan Araujo, Lucas de Souza Vieira, Luiz Freitas, Philipe Manoel, Cicero Quarto, Andreina Silva	6
Inteligência Linguística	Lucas de Souza Vieira, Ricardo Gonçalves, João Pedro, Cicero Quarto, Jardson Sampaio, Jordan Santos	6
Inteligência Lógico-Matemática	Lucas de Souza Vieira, Lucas Delveio, Cely Gabrielle Santos, Lucas Gomes, Paulo Nogueira, Cicero Quarto	6
Inteligência Musical	Gilberto Balby, Lucas de Souza Vieira, Italo Feitosa, Ian Pereira, Cicero Quarto, Tiago S. F.	6
Inteligência Naturalista	Paulo Ricardo Da Silva Dias, Lucas de Souza Vieira, Larissa Feneira França, Luis Filipe da Silva, Higor Gabriel Rodrigues Lima, Cicero Quarto, Ritta Seixas	7

Fonte: Autor (2016).

Apêndice 10: Atividade de Matemática Discreta Avançada (Experimento 2).

MATEMÁTICA DISCRETA AVANÇADA

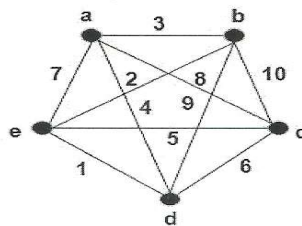
VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 – 12/11/2015

ALUNO: _____

NOTA: _____

QUESTÃO 1:

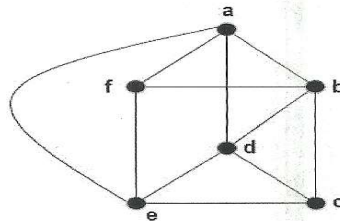
Resolva o problema do caixeiro-viajante para o grafo da figura abaixo encontrando o peso total de todos os ciclos hamiltonianos e determinando um ciclo com peso total mínimo.



Onde:
 $ab = 3$
 $bc = 10$
 $cd = 6$
 $de = 1$
 $ea = 7$
 $ad = 4$
 $ec = 5$
 $ac = 8$
 $bd = 9$
 $be = 2$

QUESTÃO 2:

Determine se o grafo abaixo tem um ciclo euleriano. Construa um ciclo desses quando existir. Se não existir nenhum ciclo euleriano, determine se o grafo tem um caminho euleriano e construa um caminho desses se existir.

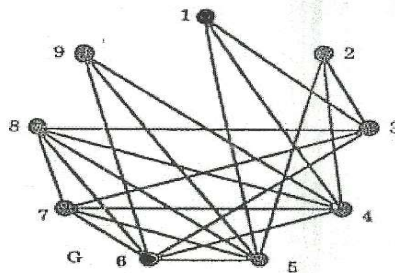


QUESTÃO 3:

Dê um exemplo de um grafo que tenha um ciclo hamiltoniano, mas nenhum circuito (caminho) Euleriano, e um grafo que tenha um circuito Euleriano, mas nenhum ciclo Hamiltoniano.

QUESTÃO 4:

Aplicar o Teorema de Ore ao grafo mostrado na figura abaixo.



Fonte: Autor (2016)

Apêndice 11: Especificação do ambiente do agente AMPAR.

PROPRIEDADES DO AMBIENTE DO AGENTE AMPAR								
Agente	Ambiente(s)	Quanto a sua observabilidade	Quanto à atuação de um ou mais agentes	Quanto à mudança de estado do ambiente	Quanto às observações durante as mudanças de estado do ambiente	Sobre as mudanças no próprio ambiente	Sobre o número de estados possíveis do ambiente	Quanto ao conhecimento do agente em relação ao ambiente
AMPAR	BDPAA	total	Multiagentes	ambiente determinístico	episódico	estático	discreto	conhecido
JUSTIFICATIVA DAS PROPRIEDADES	Local onde os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos vão ser armazenados e sobre estes o agente vai atuar percebendo e agindo quando houver alguma alteração nos mesmos, através do Cartago.	O AMPAR tem completa consciência de todas as alterações feitas no seu ambiente através de seu Artefato de Ambiente Cartago.	A arquitetura do modelo de tecnologia foi concebida baseada em três agentes: o agente AMPAR, o agente AMFAR e o agente AACG e os mesmos trabalham de forma colaborativa. Portanto, o ambiente do agente AMPAR é multiagente e colaborativo.	Os perfis de autorrelatos de alunos são calculados e essa memória, o AMPAR processa, mesmo se o mesmo aluno ter um outro perfil em um outro momento, este vai estar determinado.	O AMPAR mensura perfis a cada instante que ele perceber alguma alteração na BDPAA, independentemente do estado de autorrelato anterior do aluno.	Enquanto o AMPAR estiver agindo em seu ambiente mensurando os perfis de autorrelatos de alunos, seu ambiente não muda.	Os perfis de autorrelatos de alunos somente assumem um único valor a cada percepção de alterações nos mesmos na BDPAA	O ambiente do AMPAR é totalmente conhecido pelo mesmo, pois este tem a consciência quando houver alguma alteração no mesmo, feita através da abstração realizada no Cartago.

Apêndice 12: Publicações da Tese.

ANO	TRABALHO	CATEGORIA	SIMPÓSIO	CONGRESSO	CONFERÊNCIA	PERIÓDICO	EVENTO	QUALIS CAPES	ANAIS
2016	Um Sistema Multiagente no Auxílio à Formação de Grupos de Aprendizagem	<i>Full paper</i>	X				SBIE	B2	[1]
2015	Formação otimizada de grupos para contextos CSCL	<i>Short paper</i>		X			TISE	B3	[2]
	SAMAR: Um Sistema Autônomo de Mensuração de Autorrelatos no auxílio à Formação de Grupos para o campo CSCL	<i>Full paper</i>				X	RENOTE	B2	[3]
2014	Agentes Pedagógicos com Dimensões Afetivas: uma tecnologia no apoio ao ensino e a aprendizagem	<i>Short paper</i>	X				SBIE	B2	[4]

[1] <http://br-ie.org/pub/index.php/sbie>

[2] <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/TISE%202015.pdf>

[3] <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/issue/view/2737/showToc>

[4] <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/view/87>

pdf 1086

páginas: 420 à 424

pdf 40

ANEXOS

Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Fonte: Comitê de Ética da UFRGS.

Estamos realizando um estudo de proposta de doutorado com o objetivo de investigar como potencializar a aprendizagem colaborativa apoiada por computador, através de indicadores positivos do indivíduo. Assim, você está sendo convidado (a) para realizar as atividades desse processo, em um formato a distância. A sua colaboração poderá contribuir para a construção do conhecimento científico e beneficiar perspectivas de intervenções pedagógicas futuras. A participação na pesquisa é totalmente voluntária. Esta pesquisa é coordenada pela Professora Dra. Magda Bercht (PPGIE/UFRGS), pelo Prof. Dr. Cláudio Simon Hutz (Laboratório de Mensuração, do Instituto de Psicologia/UFRGS) e pelo Doutorando Cícero Costa Quarto, do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com quem podem ser obtidas maiores informações (Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332 CEP: 90040-060 - Porto Alegre – RS – Brasil; bercht@inf.ufrgs.br e Laboratório de Mensuração da UFRGS - Rua Ramiro Barcelos, No 2600, Sala 101 - Bairro Santa Cecília, Porto Alegre/RS - Brasil; claudio.hutz@gmail.com).

Se você tiver dúvidas em relação à pesquisa ou quiser comentar algum aspecto relacionado à mesma pode contatar aos Pesquisadores responsáveis. A participação na pesquisa é voluntária. Portanto, caso não queira participar, você não precisa assinar este termo nem participar da pesquisa. O fato de não querer participar da pesquisa não lhe trará nenhum prejuízo.

Após o encerramento do processo, você pode solicitar uma devolutiva individual. Os resultados globais da pesquisa serão publicados posteriormente em algum periódico ou evento científico da área de psicologia e informática na educação, sem identificação da identidade dos participantes. Na apresentação dos resultados desse trabalho, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo (a).

Este documento foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (número CAAE 20469713.0.0000.5347).

Pelo presente Termo de Consentimento, eu, _____ declaro que sou maior de 18 anos e que fui informado dos objetivos e da justificativa da presente pesquisa, e estou de acordo em participar da mesma. Fui igualmente informado: a) da liberdade de participar ou não da pesquisa, bem como do meu direito de retirar meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isso me traga qualquer prejuízo; b) da garantia de receber resposta a qualquer dúvida acerca dos procedimentos e outros assuntos relacionados com a pesquisa; c) da segurança de que não serei identificado e de que se manterá o caráter confidencial das informações registradas; d) que as informações obtidas serão arquivadas sem identificação pessoal junto ao banco de dados do pesquisador responsável; e) que os dados da pesquisa serão arquivados sob a guarda do pesquisador responsável por cinco anos e depois destruídos.

Data ___/___/___ Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Anexo 2: Escala de Esperança Disposicional e Normas de Mensuração

Fonte: Pacico e Bastianello (2014)

Instruções

Leia com atenção e circule a opção que você acha a mais adequada.

1	Eu posso pensar em várias formas de lidar com situações difíceis. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
2	Eu me esforço para atingir meus objetivos. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
3	Eu me sinto cansado a maior parte do tempo. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
4	Existem sempre muitas formas de resolver os problemas. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
5	Eu sou facilmente derrotado em discussões. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
6	Eu posso pensar em muitas formas de conseguir as coisas que são muito importantes para a minha vida. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
7	Eu me preocupo com a minha saúde.. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
8	Mesmo quando os outros desistem, eu sei que posso encontrar alguma forma de resolver os problemas. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
9	Minhas experiências no passado me preparam bem para enfrentar o futuro. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
10	Eu tenho tido muito sucesso na vida. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
11	Frequentemente eu fico me preocupando com alguma coisa. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira
12	Eu atinjo os objetivos que estabeleço para mim. Totalmente Falsa 1 2 3 4 5 Totalmente Verdadeira

104 CLAUDIO SIMON HUTZ (ORG.)

Tabela 1
NORMAS PARA ADULTOS EM ESPERANÇA DISPOSICIONAL (18-36 ANOS)

Percentil	Escore bruto	Escore T
5	24	32
10	27	39
20	28	41
30	29	43
35	30	46
45	31	48
55	32	50
60	33	53
70	34	55
75	35	57
80	36	60
85	37	62
90	38	64
95	39	67
	M 31,6	
	DP 4,4	

INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO, LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO

Escala de Esperança Disposicional

A aplicação desse instrumento requer uma intervenção mínima do aplicador em função do formato de autorrelato. **Existem instruções no topo do instrumento que fornecem ao respondente orientação de como respondê-la.** Os itens são bastante simples e o tempo total de aplicação varia de 2 a 5 minutos. O sujeito marca suas respostas em uma escala Likert de cinco pontos (sendo 1 = totalmente falsa e 5 = totalmente verdadeira).

O cálculo do escore de Esperança é feito somando a pontuação obtida nos itens (1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12). Os itens (3, 5, 7 e 11) não devem ser utilizados, pois são apenas itens distratores. As normas para interpretação dos resultados de adultos e adolescentes estão, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Norma para o Autorrelato Esperança Disposicional.

Fonte: Pacico e Bastianello (2014).

Anexo 3: Escala de Autorrelato Autoestima e Normas de Mensuração.

Fonte: Hutz et al. (2014).

Leia cada frase com atenção e faça um círculo em torno da opção mais adequada.

1. Eu sinto que sou uma pessoa de valor, no mínimo tanto quanto as outras

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

2. Eu acho que eu tenho várias boas qualidades.

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

3. Levando tudo em conta, eu penso que eu sou um fracasso.

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

4. Eu acho que sou capaz de fazer as coisas tão bem quanto a maioria das pessoas.

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

5. Eu acho que eu não tenho muito do que me orgulhar.

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

6. Eu tenho uma atitude positiva com relação a mim mesmo.

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo
- c) Concordo
- d) Concordo totalmente

7. No conjunto, eu estou satisfeito comigo.

Anexo 4: Escala de Autorrelato Autoeficácia e Normas de Mensuração.

Fonte: Pacico et al. (2014).

Instruções

Leia atentamente cada item e marque o número que corresponde à situação que mais descreve você.

1	Eu sou capaz de atingir a maior parte dos objetivos que defino para mim. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
2	Eu sou capaz de superar muitos desafios. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
3	Costumo ser persistente na busca de meus objetivos. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
4	Eu acredito que eu posso ter sucesso em quase qualquer coisa que eu resolva fazer. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
5	Eu posso fazer a maioria das coisas melhor do que as pessoas em geral. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
6	Mesmo quando as coisas estão difíceis, eu posso desempenhá-las muito bem. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
7	Quando faço planos, sei que posso fazer que eles deem certo. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
8	Se algo parece muito complicado eu nem tento fazer. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
9	Se eu não consigo fazer algo pela primeira vez, eu continuo tentando até conseguir. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
10	Eu sou uma pessoa autoconfiante. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
11	Quando eu defino objetivos importantes para mim eu raramente os atinjo. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
12	Quando traço um objetivo logo começo a colocá-lo em prática. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
13	Quando problemas inesperados acontecem, eu não lido bem com eles. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
14	Eu costumo persistir em meus planos. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
15	Sou confiante de que posso lidar bem com situações inesperadas. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
16	Eu desisto das coisas antes de completá-las. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
17	Quando enfrento problemas, geralmente posso encontrar várias soluções. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
18	Difícilmente eu vou me dar bem na vida. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
19	Quando eu falho, eu tenho vontade de tentar mais. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro
20	Eu me sinto inseguro com relação a minha capacidade de fazer as coisas. Sempre Falso 1 2 3 4 5 Sempre Verdadeiro

(A)

TABELA DE NORMAS PARA INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Mulheres			Homens		
Percentil	Escore bruto	Escore T	Percentil	Escore bruto	Escore T
5	53	33	5	59	32
10	59	37	10	62	35
15	61	40	15	67	41
20	62	41	20	68	42
25	64	43	25	70	44
30	67	45	30	71	45
35	68	46	35	72	46
40	70	48	40	74	48
45	71	49	45	75	49
50	72	50	50	77	51
55	74	52	55	78	52
60	76	53	60	79	53
65	77	55	65	81	55
70	79	56	70	81	55
75	81	58	75	82	56
80	82	59	80	84	58
85	84	61	85	86	60
90	87	64	90	89	64
95	90	66	95	91	66
M 72,2			M 75,9		
DP 11,1			DP 9,6		

Levantamento dos escores

A Escala de Autoeficácia Geral é constituída por 14 itens positivos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17 e 19. São itens do tipo "Eu sou capaz de superar muitos desafios". Também, fazem parte da escala oito itens negativos: 8, 11, 13, 16, 18 e 20. São itens como "Quando problemas inesperados acontecem, eu não lido bem com eles".

O escore bruto do sujeito é obtido pela soma das respostas dadas a cada item. Entretanto, os itens negativos (e apenas eles) devem ter seu escore invertido antes que se faça a soma do escore total do sujeito. Vamos considerar um exemplo. Um sujeito marcou os seguintes números nos itens da escala:

(B)

Item 1) 5	*Item 11) 2
Item 2) 5	Item 12) 4
Item 3) 4	*Item 13) 4
Item 4) 5	Item 14) 4
Item 5) 4	Item 15) 5
Item 6) 5	*Item 16) 2
Item 7) 5	Item 17) 5
*Item 8) 1	*Item 18) 1
Item 9) 3	Item 19) 3
Item 10) 4	*Item 20) 1
Obs: itens negativos estão marcados com asterisco	

Para os itens negativos, podemos utilizar a seguinte tabela:

Score marcado pelo sujeito	Score que deve ser somado
1	5
2	4
3	3
4	2
5	1

Para o exemplo dado, o score bruto do sujeito será $5 + 5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 5 + 5 + 3 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 5 + 4 + 3 + 5 + 3 + 5$ (os itens que tiveram o score invertido estão marcados com asterisco). A soma desses scores foi 86. Para entendermos se esse valor é alto, baixo ou médio (ou seja, para avaliar qual é a posição do sujeito com relação à população), devemos utilizar a tabela de normas. O score bruto do sujeito é 86 (coluna do meio na tabela) e isso corresponde ao percentil 90 (coluna da esquerda). Isso significa que 90% da população têm score bruto de autoeficácia menor que o dele. Podemos concluir que esse sujeito tem alta autoeficácia geral e, por isso, provavelmente é um sujeito que se sente capaz de vencer desafios, que acredita que pode atingir os objetivos desejados, que persiste em seus planos, pois acredita em sua capacidade de conseguir o que quer.

(C)

