Universidade de São Paulo
Escola Politécnica

Luisa Aleyda Garcia González

UM MODELO CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM COLABORATIVA
BASEADA NA EXECUÇÃO DE PROJETOS PELA WEB

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

SÃO PAULO

Outubro, 2005

Luisa Aleyda Garcia González

UM MODELO CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM COLABORATIVA
BASEADA NA EXECUÇÃO DE PROJETOS PELA WEB

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia Elétrica
Sistemas Digitais

Orientador:
Prof.Dr.Wilson Vicente Ruggiero

SÃO PAULO

Outubro, 2005

González, Luisa Aleyda Garcia

Um Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos pela Web. São Paulo, 2005.
241p.

Tese (Doutorado) –. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais - PCS.

1. Aprendizagem em grupo - Colaboração - Interação colaborativa. 2. Aprendizagem por projeto - Método de projeto. 3. Objetos de Aprendizagem - Especificações SCORM - Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Computação e Sistemas Digitais. II. t

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Relatório de Defesa

Relatório de defesa pública de Tese do(a) Senhor(a) Luisa Aleyda García González no Programa: Engenharia Elétrica, do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 20 dias do mês de dezembro de 2005, realizou-se a Defesa da Tese do(a) Senhor(a) Luisa Aleyda García González, apresentada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica - Área: Sistemas Digitais, intitulada:

"Um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos pela web"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Vínculo do Docente	Sigla da Unidade	Resultado
Wilson Vicente Ruggiero	Presidente	EP - USP	Aprovado
Graca Bressan	Titular	EP - USP	Aprovado
Romero Tori	Titular	EP - USP	Aprovado
José Manuel Moran Costas	Titular	ECA - USP	Aprovado
Marta Costa Rosatelli	Titular	UCS-Santos - Externo	Aprovado
Resultado Final: <i>Aprovado</i>			
Parecer da Comissão Julgadora *			

Comentários da Defesa (opcional)

Eu, Elisabete Aparecida F da Silva Ramos, Técnico Acadêmico, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 20 dias do mês de dezembro de 2005.

Graca Bressan
Graca Bressan

José Manuel Moran Costas
José Manuel Moran Costas

Romero Tori
Romero Tori

Marta Costa Rosatelli
Marta Costa Rosatelli

Wilson Vicente Ruggiero
Wilson Vicente Ruggiero
Orientador(a)

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

Nos termos do artigo 110, do RG-USP, encaminhe-se o presente relatório à CPG, para homologação.

Impresso em: 16/12/2005

*Siempre, llega el enanito ...
... apartando piedras de aquí,
basura de allá -haciendo labor-
siempre va esta personita feliz
trocando lo sucio en oro.*

Silvio Rodríguez,

*A meus reparadores de sonhos:
Laura, minha filha e
Leonel, meu amado.*

AGRADECIMENTOS

Ao Brasil maravilhoso, por me permitir estar aqui hoje.

À Universidade de São Paulo, em especial ao Departamento PCS da EPUSP, pela possibilidade de seguir na Pós após Mestrado.

Agradeço ao Prof. Dr. Wilson Vicente Ruggiero pela oportunidade de contar com a sua orientação, por sua confiança, seu apoio ao longo de todos esses anos, pelas suas oportunas revisões e as discussões que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-graduação, especialmente aos do LARC, que com muito carinho e confiança deram suporte ao meu trabalho. Especial agradecimento ao Prof. Stephan Kovach pela sua ajuda quando precisei.

Aos professores José Manuel Moran e Romero Tori, da banca de qualificação, pelas importantes contribuições por ocasião da avaliação.

A todos os meus colegas do LARC pelo incentivo. A Edivaldo e Ana Maria pela ajuda dada. A Rosa, da Scopus, por suas oportunas atenções.

Ao pessoal da biblioteca de Elétrica. Obrigada Ana, pelo carinho.

Agradeço à Fundação da Universidade de São Paulo pelo suporte financeiro.

Aos amigos daqui, de lá, de acolá e à minha irmã, pela força e a cumplicidade de que se necessitam como estímulo em desafios deste tipo.

Aos meus queridos pai (*in memoriam*) e mãe, responsáveis e inspiradores por eu ter escolhido este caminho, que começou no primeiro dia de escola.

Ao meu grande amor e companheiro de todos os meus dias, Leonel, reparador dos meus sonhos.

À minha princesa Laura, que aprendeu, muito bem, que era preciso esperar cada dia até mamãe encerrar a jornada diante do computador, para só então ir brincar com ela.

A todos os que, de uma forma ou outra, apoiaram, estimularam e facilitaram o início, a continuidade e o fim desta pesquisa. A todos agradeço profundamente.

Muchas gracias, Luisa

*“Ninguém ignora tudo.
Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa.
Por isso aprendemos sempre.”
Paulo Freire.*

*“O que temos de aprender
lhe aprendemos fazendo”.
Aristóteles*

RESUMO

González, Luisa A.G. **Um Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos pela Web.** 2005. 241 f. Tese (Doutorado) – Engenharia Elétrica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

O ensino da Engenharia por meios eletrônicos de aprendizagem demanda a implementação de métodos práticos que facilitem ao aluno aprender conteúdos do tipo procedimentos e atitudes, por meio da ação, da interação dos participantes, e da integração de conhecimentos de diferentes áreas. Esta aprendizagem só pode ser efetiva em contextos significativos e a partir de situações específicas, que são estimulados com a utilização do método de projeto. A eficácia deste método é alcançada quando utilizado em grupos, onde um membro aprende na integração com outro, compartilhando recursos e conhecimentos, e adquirindo ou exercitando um conjunto de habilidades pessoais, atualmente muito necessárias no trabalho profissional do Engenheiro. Embora conhecida a importância do método de projeto no estilo de aprendizagem colaborativa, não existem orientações para sua utilização no modelo de ensino-aprendizagem a distância. Este cenário representou a principal motivação para propor, neste trabalho, um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos pela Web (MAC-BP). O modelo é organizado em três submodelos relacionados entre si, que caracterizam a criação, a execução e o suporte das atividades instrucionais colaborativas utilizadas no ensino da Engenharia. Um modelo para planejar as atividades e responsabilidades do especialista, encarregado pela criação do conteúdo e das atividades de grupo baseados no método de projeto; um modelo de colaboração que formaliza a coordenação das interações dos membros do grupo, através de um autômato finito; e um modelo para o ambiente de suporte às atividades instrucionais colaborativas, que busca integrar as funcionalidades requeridas pelos ambientes *CSCL* (*Computer Supported Cooperative Learning*), algumas presentes, porém dispersas, entre os sistemas disponíveis de suporte à colaboração. Por outro lado, a concepção das atividades instrucionais para grupos, além de representar uma tarefa que consome muito tempo, constitui um processo trabalhoso. Em geral, neste processo, a criação dos recursos envolvidos numa ação de aprendizagem específica está estreitamente relacionada ao formato da ferramenta utilizada para sua criação e gerenciamento, dificultando assim a reutilização dos elementos educacionais por novas aplicações. Este novo cenário converteu-se numa outra motivação para colaborar nesta área. Neste trabalho identificam-se os elementos (objetos e ações) compartilháveis de aprendizagem colaborativa envolvidos no modelo MAC-BP e propõe-se um conjunto de especificações técnicas para a criação e utilização destes elementos, segundo as especificações ADL-SCORM e IMS-LD divulgadas para o modelo de EAD orientado à aprendizagem individual. Assim, as duas propostas apresentadas neste trabalho pretendem contribuir com os esforços de padronização dos recursos e procedimentos de suporte ao ensino-aprendizagem, em sistemas eletrônicos de suporte à aprendizagem colaborativa na área de pesquisa dos sistemas *CSCL*. Especificamente, as propostas indicam caminhos para a inovação do processo pedagógico, e se constituem em guias para os instrutores na criação das aplicações de aprendizagem colaborativa baseadas em projeto e na criação dos elementos instrucionais envolvidos nelas, além de oferecer uma solução para a coordenação das interações colaborativas do grupo durante a execução de projetos, o que representa um suporte à aprendizagem em grupo na área de Engenharia.

Palavras chaves: Aprendizagem em grupo. Aprendizagem em Colaboração. Aprendizagem por projeto. E-learning. Especificações para os objetos de aprendizagem. Etapas de um projeto. Interação colaborativa. Modelo Aprendiz. Objetos de Aprendizagem. Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa. Projetos. Sistemas de Aprendizagem Eletrônico.

ABSTRACT

González, Luisa A.G. **A conceptual Model for Collaborative e-Learning based on the execution of Projects.** 2005. 241 f. Thesis (Doctoral) – Engenharia Elétrica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

Engineering Education in e-learning environments demands the implementation of practical methods that facilitates learning of contents of the type: procedures and attitudes by means of action, of the interaction among participants and the integration of knowledge of different fields. This learning can only be effective in significant contexts and from specific situations that are stimulated by using the project method. The effectiveness of this method is reached when used of preference in groups; in such a way that a participant learns with another by sharing resources and knowledge and acquiring or exercising a set of personal abilities, which are necessary for the professional work of the engineer. In spite of the well-recognized importance of the project method for collaborative e-learning, no comprehensive guidelines have yet been set out for distance education. This scenario represented the main motivation to propose a conceptual Model for Collaborative e-Learning Based on the execution of Web supported Projects (MAC-BP). This model is organized in three sub models related among them representing the creation, the execution, and the support of the collaborative instructional activities used in Engineering Teaching. One model is devoted to plan the activities and responsibilities of the specialist, the person in charge of the elaboration of contents and planning the activities of the group based on the project method. The second is a collaborative model aiming to formalize the coordination of the interactions among the members of the group, through a finite automaton. The last model is conceived as a supporting environment to the collaborative instructional activities aiming to integrate the functionalities required by CSCL (Computer Supported Cooperative Learning) environments, some of them already existing, however highly scattered among the available systems for supporting collaboration. On the other hand, the conception of instructional activities for groups is a time-consuming task and constitutes a laborious process. In general, the creation of the involved resources in a specific learning action is intimately related to the format of the tool used for its creation and management, making difficult to reuse the educational elements in new applications. This is a additional motivation to intend to make some contribution to this field. In this work, the shareable elements of collaborative learning (objects and actions) involved in the model MAC-BP are identified. In addition, a set of technical specifications is suggested for the elaboration and use of these elements, according to ADL-SCORM and IMS-LD specifications previously reported for the EAD model focused on individual learning. In summary, the two proposals showed in this work intend to contribute to the efforts of standardization of resources and procedures in order to support the teaching-learning process by means of electronic systems conceived to support the collaborative learning in the investigation of CSCL systems. These proposals indicate ways to innovate the pedagogical process, and constitute guides for instructors to develop new applications of project-based collaborative learning and the elaboration of the involved instructional elements. In addition, the proposals give a solution to the coordination of group collaborative interactions during the execution of projects and represent a support to collaborative learning in Engineering.

Key Words: Learning in group. Collaborative Learning. Project-based learning. E-learning. Specifications for learning objects. Stages of a project. Collaborative interaction. Model Apprentice. Learning Objects. Shareable objects of Collaborative Learning. Projects. Electronic Learning Systems.

Um Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na Execução de Projetos pela Web

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais.....	3
1.2. Motivação	7
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Escopo.....	12
1.5. Contribuição.....	13
1.6. Organização do trabalho escrito	14
2. APRENDIZAGEM EM GRUPO	17
2.1. Introdução	17
2.2. Definições	18
2.2.1. <i>Aprendizagem Colaborativa</i>	19
2.2.2. <i>Aprendizagem Cooperativa</i>	20
2.2.3. <i>Aprendizagem Competitiva</i>	21
2.3. Fundamentos teóricos da aprendizagem em grupo.....	23
2.3.1. <i>Teorias de Aprendizagem</i>	23
2.3.2. <i>Como os adultos aprendem em grupo</i>	29
2.3.3. <i>Processo de aprendizagem em grupo</i>	32
2.3.4. <i>Elementos básicos da aprendizagem colaborativa</i>	33
2.3.5. <i>Variáveis influentes na eficiência da aprendizagem colaborativa</i>	36
2.3.6. <i>Papel do professor e dos alunos na aprendizagem em grupo</i>	41
2.4. Técnicas de trabalho em grupo	45
2.4.1. <i>Aprendizagem Baseada em Problemas</i>	52
2.4.2. <i>Método de Projeto</i>	53
2.4.2.1. <i>Etapas de um Projeto</i>	54
2.5. Interatividade nos grupos	60
2.5.1. <i>Percepção</i>	62
2.5.2. <i>Coordenação</i>	66
2.5.3. <i>Outros aspectos importantes na interação nos grupos a distância</i>	67
2.6. Relação entre os elementos envolvidos na aprendizagem em grupo.....	69

2.7. Vantagens e desvantagens do estilo colaborativo.....	71
2.8. Considerações gerais.....	77
3. APRENDIZAGEM COLABORATIVA MEDIADA PELA TECNOLOGIA - ACMT	79
3.1. Introdução	79
3.2. Taxonomia para as atividades e as aplicações colaborativas.....	80
3.2.1. Atividades e aplicações colaborativas segundo o tipo de colaboração	80
3.2.2. Atividades e aplicações colaborativas segundo o tipo de interação em função dos meios de comunicação	81
3.2.3. Atividades e aplicações colaborativas segundo o nível de funcionalidade	82
3.3. Projetos, ambientes, sistemas e <i>frameworks</i> para CSCL	84
3.3.1. Projetos para CSCL.....	85
3.3.2. Ambientes para CSCL.....	90
3.3.3. Sistemas e Frameworks para CSCL.....	92
3.3.4. Comparação e Características gerais dos PASF	101
3.4. Requisitos e propriedades dos ambientes de aprendizagem colaborativa	108
3.4.1. Propriedades desejáveis dos ambientes de aprendizagem colaborativa.....	108
3.4.2. Requisitos necessários dos ambientes de aprendizagem colaborativa.....	109
3.5. Considerações gerais.....	110
4. ESPECIFICAÇÕES SCORM PARA O MODELO DE EAD ORIENTADO À APRENDIZAGEM INDIVIDUAL.....	112
4.1. Modelo SCORM de agregação de conteúdo.....	113
4.1.1. Componentes do modelo de conteúdo SCORM	113
4.1.2. Características dos objetos de aprendizagem	116
4.2. Empacotamento do Conteúdo SCORM	117
4.2.1. O pacote.....	117
4.2.2. O manifesto	118
4.3. Ambiente de execução RTE	120
4.4. Sequência de navegação SN	121
4.5. Passos para a criação de um curso segundo as especificações SCORM	122
4.6. Considerações gerais.....	123
5. UM MODELO CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM COLABORATIVA BASEADA NA EXECUÇÃO DE PROJETOS – MAC-BP	124
5.1. Introdução	124
5.2. O modelo do Especialista	126
5.2.1. Análise do domínio da aprendizagem.....	129
5.2.2. Planejamento da atividade colaborativa	135
5.2.3. Formação dos grupos: composição e tamanho	138
5.2.4. Atividades de reconhecimento dos membros do grupo.....	143
5.3. O modelo do Aprendiz.....	144
5.3.1. Interação com o ambiente.....	144
5.3.2. Execução do projeto	146
5.3.3. Coordenação das intervenções	149
5.3.4. Formalização do processo de colaboração	153
5.4. O modelo do Ambiente.....	159
5.4.1. Suporte ao modelo do especialista	160
5.4.2. Suporte ao modelo do aprendiz	163
5.4.3. Integração dos modelos e servidor de colaboração	167
5.5. Considerações gerais.....	170
6. ESPECIFICAÇÕES DO MODELO MAC-BP	172
6.1. Projeto genérico: ensino de projeto baseado no método de projeto	173
6.1.1. AA 1: especificação do projeto	174
6.1.2. AA 2: execução do projeto	187
6.1.3. AA3: documentação do projeto.....	190

6.1.4. AA4: avaliação e críticas	191
6.1.5. AA5: publicação.....	191
6.1.6. Conclusão sobre a execução da ação de aprendizagem protótipo.....	192
6.2. Objetos de aprendizagem.....	192
6.2.1. Objetos de tipo instrução, avaliação e pratica individual.....	193
6.2.2. Objetos de colaboração para o Modelo MAC-BP.....	196
6.2.2.1. Objetos compartilháveis de aprendizagem colaborativa (OCAC).....	197
6.3. Um modelo de conteúdo para o modelo MAC-BP.....	201
6.3.1. Componentes do Modelo do Especialista.....	201
6.3.2. Componentes do Modelo do Aprendiz.....	204
6.3.3. Componentes do Modelo do Ambiente	205
6.4. Empacotamento do conteúdo para o Modelo MAC-BP	206
6.4.1. O pacote.....	207
6.5. Ambiente de Execução – RTE – para o Modelo MAC-BP	212
6.6. Seqüência de Navegação – SN – para o Modelo MAC-BP.....	214
6.7. Passos para a criação de uma ação de aprendizagem colaborativa: A visão do autor	216
6.8. Considerações gerais.....	217
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	219
7.1. Conclusões.....	219
7.2. Contribuições	224
7.3. Continuidade da pesquisa	226
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	230

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Formas de aprendizagem em grupo mediada pela tecnologia.....	4
Figura 2-1: Exemplo de um mapa conceitual de navegação. Adaptado de Rovira [90].	26
Figura 2-2: Definição de “grupo” segundo Cole [21], <i>apud</i> Marca [61].	30
Figura 2-3: Processo de Interação em grupo (adaptado de [18]).	35
Figura 2-4: Execução de projetos em colaboração e entre diferentes grupos.	58
Figura 2-5: Etapas de um projeto.	60
Figura 2-6: Interação do aluno no processo de ensino a distância (adaptada de [100]).	61
Figura 2-7: Trabalho/aprendizagem colaborativo (adaptado de Gerosa [38]).	71
Figura 4-1: Exemplos de <i>Assets</i> (adaptado de [2]).	114
Figura 4-2: Composição de um SCO (adaptado de [2]).	115
Figura 4-3: Componentes do Modelo de Conteúdo SCORM para o modelo de EAD orientado à aprendizagem individual.....	115
Figura 4-4: Modelo conceitual de agregação de conteúdo (extraído de [2], p. 39).	117
Figura 4-5: Organização do Conteúdo (adaptado de [2]).	119
Figura 5-1: Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos (MAC-BP).	126
Figura 5-2: Equipe multidisciplinar responsável pela concepção da atividade de aprendizagem orientada a grupo.	127
Figura 5-3: Representação do modelo do Especialista a partir das atividades envolvidas na etapa de planejamento de um projeto.....	128
Figura 5-4: Modelo do Aprendiz para a execução de um projeto.	148
Figura 5-5: Relação dos tipos de contribuições num processo de discussão.	152
Figura 5-6 : Interação colaborativa é um autômato.	156
Figura 5-7: Diagrama de transição de estados num processo de colaboração.....	158
Figura 5-8: O modelo do ambiente: um suporte para as atividades e funções envolvidas nos modelos do especialista e do aprendiz, além do protocolo de comunicação.....	168
Figura 5-9: Servidor de Colaboração	169
Figura 5-10: Representação da visão do comportamento do Modelo do Ambiente como suporte ao modelo especialista e na perspectiva das relações entre os atores e suas funções., Diagrama da UML de Caso de Uso.	170
Figura 6-1: Relacionamento entre os conceitos envolvidos numa ação de aprendizagem.....	174
Figura 6-2: Representação do comportamento do Modelo do Especialista na perspectiva das relações entre os atores e suas funções. Diagrama de Caso de Uso segundo a UML.....	181
Figura 6-3: Diagrama de atividades simplificado para as 8 atividades elementares (AEA) envolvidas na execução da especificação do projeto (AA1).	183
Figura 6-4: Diagrama de atividades simplificado para atividade AEAi envolvida na ação de aprendizagem AA1 (etapa de especificação do projeto).....	184
Figura 6-5: Diagrama de atividades para modelagem da atividade AEA1 (identificação do problema) da ação de aprendizagem AA1 (especificação do projeto).	186
Figura 6-6: Representação da visão do comportamento do Modelo do Aprendiz na perspectiva das relações entre os atores e suas funções. Diagrama de Caso de Uso da UML.....	188
Figura 6-7: Diagrama de atividades para modelagem do fluxo das ações envolvidas no processo de colaboração na execução de atividades de um projeto.	189
Figura 6-8: Organização dos pacotes envolvidos nas atividades de aprendizagem colaborativas baseadas em projeto.	210
Figura 6-9: Organização dos elementos de aprendizagem envolvidos na ação de aprendizagem AA1. Os Pacotes AEAi (i=1...8) contêm objetos OCAC que podem conter objetos conteúdos e/ou objetos métodos.	211
Figura 6-10: Continuação da figura anterior. Organização dos elementos de aprendizagem.	212
Figura 6-11: Mapa de navegação que define as ações de aprendizagem do projeto e suas atividades elementares, identificando os responsáveis pela execução de cada atividade e a ativação do processo de colaboração na busca e aprovação de uma solução.	215

LISTA DE TABELAS

. Tabela 2-1: Processo de aprendizagem planejado para grupos segundo Villarroel [106].....	32
Tabela 2-2: Papéis do professor na aprendizagem colaborativa [22].....	43
Tabela 2-3: Papéis dos alunos em ambientes colaborativos [68].....	45
Tabela 2-4: Técnicas de aprendizagem em grupo.	47
Tabela 2-5: Perguntas que definem a percepção nos sistemas síncronos e assíncronos (adaptado de McDaniel, <i>apud</i> Pérez [79]).	65
Tabela 3-1: Classificação das aplicações colaborativas segundo o tipo de interação.	82
Tabela 3-2: Classificação das aplicações em relação à sua funcionalidade.	83
Tabela 3-3: Comparação de Ambientes para CSCL	101
Tabela 3-4 : Comparação de Projetos para CSCL.....	103
Tabela 3-5: Comparação de Sistemas e <i>Frameworks</i> para CSCL.....	104
Tabela 5-1: Técnicas mais trabalhadas em grupo e parâmetros significativos.....	134
Tabela 5-2. Tipos de grupos de aprendizagem [49].	139
Tabela 5-3: Estados identificados no processo de aprovação de uma solução proposta e seus nomes simplificados.....	155
Tabela 5-4: Eventos identificados no processo de aprovação de uma solução proposta e seus nomes simplificados.....	155
Tabela 6-1: Descritores do projeto utilizados na documentação da aplicação protótipo.	190
Tabela 6-2: Objetos OCAC envolvidos na criação das ações de aprendizagem. (Modelo do Especialista).....	202
Tabela 6-3: Objetos OCAC que se constroem dinamicamente ou participam na execução das ações de aprendizagem (Modelo do Aprendiz).	205
Tabela 6-4: Objetos OCAC utilizados pelo ambiente para suportar os processos de grupo (Modelo do Ambiente)	206

LISTA DE ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas / Projetos
ACM	Association of Computing Machinery
ACMT	Aprendizagem Colaborativa Mediada pela Tecnologia
ADL	Advanced Distributed Learning
AEC	Ambientes de Execução da Colaboração
API	Application Program Interface
CAM	Content Aggregation Model
COL	Sistema de gerenciamento de Cursos Online
CPU	Central Processing Unit
CSCL	Computer-Supported Cooperative Learning
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
EAD	Educação A Distância
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
HTML	HyperText Markup Language
jVE	Java Virtual Environment
LARC	Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores
LMS	Learning Management System
LSP	Link State Packets
MAC-BP	Modelo para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos
MCs	Mapas Conceituais
MOO	Multi User Object Oriented Environment
MUD	Mutli User Domain
OA	Office Automation
OCAC	Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa
PASF	Projetos, Ambientes, Sistemas e <i>Framework</i>
RTE	Run-Time Environment
SCO	Sharable Content Objects
SCORM	Shareable Content Object Reference Model
SN	Sequencing and Navigation
SP	Solução Proposta
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
UI	unidades de instrução
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

1. Introdução

A ampla utilização da tecnologia da informação e das comunicações, tanto no plano individual como no empresarial, trouxe mudanças para muitos aspectos da sociedade. Desde o ponto de vista da Engenharia, essas mudanças demandam engenheiros mais flexíveis, cujas qualificações não se limitem apenas a um alto nível de especialização técnica ou científica, senão também o desenvolvimento de habilidades para aprender e para se relacionar em equipes de trabalho, tanto durante o curso de Engenharia como também ao longo da vida profissional.

Esse cenário exige mudanças nas concepções do próprio ensino da Engenharia, na formulação dos objetivos, dos conteúdos, das ferramentas de suporte ao ensino, dos modelos a utilizar e até do papel de professores e de alunos. Essas mudanças são concretizadas no modelo de educação a distância com suporte no aprendizado centrado no aluno, na motivação, na necessidade de utilizar diferentes estilos de aprendizagem e na consideração de todas as possibilidades que o computador oferece ao viabilizar, por exemplo, o modelo de **aprender fazendo**, em função de buscar o sucesso na aquisição de conhecimentos e de habilidades necessárias para o trabalho profissional do engenheiro.

A utilização da hipermídia e da Web desde o ponto de vista instrucional condiciona o emprego de novas possibilidades pedagógicas a favor de uma educação mais flexível, que atribua maiores responsabilidades ao aluno, tornando-o um agente ativo do processo instrucional, o que deverá favorecer a criação do novo conhecimento em grupo e o ganho de habilidades na interação com outras pessoas [87].

Embora a Internet seja considerada a melhor infra-estrutura que atravessa fronteiras sociais, geográficas, culturais e profissionais, ainda não foi explorada totalmente para a aprendizagem em grupo; ainda hoje ela é mais utilizada para disponibilizar aplicações de ensino a distância que privilegiam as situações ou contextos de aprendizagem individual.

Contudo, registram-se esforços para a utilização da Internet em atividades de grupo. É o caso dos sistemas de apoio ao trabalho em grupo, que suportam atividades de colaboração, cooperação, comunicação e coordenação em ambientes compartilhados, conhecidos pelo termo em inglês *groupware*.¹ Esses sistemas foram muito utilizados na automação de escritórios, que gradativamente vêm sendo substituídos pelo Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (CSCW²). A sigla CSCW ganhou popularidade após dar nome à conferência da *Association for Computing Machinery* (ACM³) de 1986. Já em 1993, somam-se a esta área de pesquisa os trabalhos sobre aprendizado colaborativo apoiado por computador (CSCL⁴). Embora ambas as áreas suportem atividades para grupo, existe entre elas notáveis diferenças. Enquanto o CSCW centraliza sua atenção nas técnicas de comunicação, sendo utilizado principalmente em empresas, garantindo a comunicação e a produtividade dos negócios, o CSCL centraliza-se no que está sendo comunicado e é usado no ambiente educacional com o propósito de fornecer apoio e promover a eficiência na aprendizagem [47].

No desenvolvimento desta área, a Web é utilizada como suporte e meio de distribuição do conteúdo instrucional, tanto para a construção e uso do conteúdo e das aplicações de aprendizagem coletivas, como para a construção e uso dos ambientes de suporte para a aprendizagem em grupo. Em geral esses ambientes trazem muitas vantagens no processo de

¹ *Groupware*: o termo em inglês é uma contração das palavras *Group* e *Software*.

² CSCW: *Computer Supported Cooperative Work*.

³ ACM: *Association of Computing Machinery*. Trata-se da maior das associações de profissionais informáticos do mundo, fundada em 1947 com sede nos Estados Unidos da América.

⁴ CSCL: *Computer Supported Cooperative Learning*.

aprendizagem para os alunos, pois eliminam os problemas de espaço e de tempo, e proporcionam um canal de comunicação para os membros do grupo. Porém, para os professores ou especialistas, a produção do material instrucional e das aplicações para a aprendizagem em grupo constitui uma tarefa que consome muito tempo, além de requerer conhecimentos de diferentes áreas do saber. Como existe uma grande heterogeneidade dos ambientes, softwares e plataformas de suporte, e os conteúdos ou aplicações para a aprendizagem estão estreitamente ligados a um formato e uma ferramenta de criação e visualização, dificulta-se a reutilização de conteúdo já desenvolvido.

Diversas organizações internacionais motivaram-se a juntar esforços e desenvolver especificações e padrões nos conceitos de desenho e arquitetura de software educativo, de re-usabilidade, de armazenamento dos produtos de *e-Learning*⁵ e outros. Assim, o uso hoje da Web tende a manter um compromisso com as especificações atuais para o ensino eletrônico.

Este trabalho vem sendo desenvolvido desde outubro de 2000 no Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores (LARC) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Ele está inserido na área de educação a distância, especificamente na área das aplicações de CSCL, e baseia-se em duas considerações iniciais: a definição de aprendizagem colaborativa e as especificações atuais para o ensino eletrônico.

1.1. Considerações iniciais

SOBRE A APRENDIZAGEM COLABORATIVA

A literatura trata de três formas do trabalho em grupo: a competitiva, a colaborativa e a cooperativa [52],[104]. No contexto deste trabalho o alvo do estudo é a aprendizagem em grupo por formas colaborativas. Figura 1-1.

⁵ *e-Learning*: refere-se à utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como meio de transmitir conteúdos e promover a aprendizagem.

Figura 1-1: Formas de aprendizagem em grupo mediada pela tecnologia.

Para se obter bons resultados no estilo de aprendizagem em grupo, especificamente usando formas colaborativas, há que se valer de ferramentas que atuem como catalisadores educativos. Para desenvolver essas ferramentas é preciso contar com um suporte metodológico que considere os aspectos pedagógicos, além das experiências e teorias já desenvolvidas nessa área, para serem adaptados ao modelo de ensino a distância.

Os princípios básicos da efetividade⁶ da aprendizagem em grupos presenciais vêm sendo pesquisados com certa sistematicidade a partir da década de 1950, mas foi só nos anos 1990 que se registrou um verdadeiro interesse pelo tema. Dos trabalhos encontrados na literatura sobre a utilização da tecnologia na aprendizagem colaborativa, conclui-se que esta é uma área de pesquisa relativamente recente, e ainda carente de fundamentos teóricos coerentes e suficientemente completos que descrevam e estruturem todas as suas dimensões [52],[104].

⁶ Aprendizagem efetiva é considerada aquela que, baseada nos interesses do aluno, traz bons resultados em relação às habilidades desenvolvidas e às facilidades para aplicar os conceitos recém aprendidos (aprendizagem significativa de Ausebel [6]).

Neste trabalho sugere-se denominar esta área de pesquisa: Aprendizagem Colaborativa Mediada pela Tecnologia (ACMT⁷).

SOBRE AS ESPECIFICAÇÕES ATUAIS PARA O ENSINO ELETRÔNICO

As **especificações** para o ensino eletrônico referem-se a uma descrição detalhada e completa das características, natureza e forma de elaborar um conteúdo ou executar um procedimento de navegação, visualização, edição, consulta, etc. sobre os conteúdos a serem distribuídos pela Web.

Para uma situação ou ambiente determinado, uma ou várias especificações podem ser de cumprimento obrigatório; neste caso, elas se conhecem como **normas**. Se as normas são aceitas de forma geral como resultado de um processo espontâneo ou como consequência da aprovação formal pelos comitês de padronizações internacionais, então as normas são definidas como **padronização**.

Assim, no contexto do ensino eletrônico, padronização é focada como um conjunto de regras que especificam como construir os cursos e as plataformas que suportam a sua execução.

Atualmente existe uma convergência dos diversos padrões definidos por diferentes organizações⁸ para o modelo ADL SCORM 2.0.

A ADL,⁹ *Advanced Distributed Learning* é uma iniciativa apoiada pelo governo dos Estados Unidos, formada em 1997, para criar princípios e guias de trabalho necessários para o desenvolvimento e implementação da formação educacional sobre novas tecnologias Web.

⁷ ACMT: derivado do termo AMT utilizado por Eduardo Chaves no trabalho sobre os conceitos básicos sobre Tecnologia na educação e Ensino a distância. Este autor utiliza este termo para se referir à Aprendizagem Mediada pela Tecnologia [16].

⁸ IEEE LTSC *Learning Technologies Standards Comité*: <http://ltsc.ieee.org> , IMS *Global Learning Consortium, Inc.* : <http://www.imsproject.org>

Este projeto teve a pretensão de facilitar o desenvolvimento e o intercâmbio de conteúdo didático entre os sistemas LMS¹⁰ já existentes. Para isso, a ADL concentrou as melhores idéias de várias organizações que vinham trabalhando na criação de um conjunto de normas que permitissem o intercâmbio de cursos entre os diferentes sistemas eletrônicos. O projeto ADL reformulou e adicionou melhoras para essas idéias, criando o seu próprio padrão, conhecido como SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), Modelo de Referência para Objetos de Aprendizagem¹¹ Compartilháveis. Este modelo está composto por um conjunto de especificações que, quando aplicadas a um conteúdo de um curso, produz objetos de aprendizagem pequenos e reutilizáveis. Esses objetos são entidades digitais independentes umas das outras, contêm informação e podem ser distribuídos através da Internet.

O padrão SCORM sustenta-se numa arquitetura aberta de nova geração para o ensino eletrônico. Este modelo define padrões e especificações técnicas para empacotamento dos conteúdos e a criação de cursos e de ambientes de suporte e gerenciamento da aprendizagem. Essas especificações estão orientadas a permitir independência de plataforma na qual os objetos são utilizados e a facilitar a migração de cursos entre diferentes ambientes de gerenciamento de aprendizagem que sejam compatíveis com esse padrão.

⁹ ADL – <http://www.adlnet.org> – Aprendizagem Distribuída Avançada.

¹⁰ LMS – *Learning Management System*: Um sistema gerenciador de aprendizado é um programa de software que administra os eventos associados a cursos e treinamentos, e também propicia informações para uma efetiva gestão dos recursos administrados. Todos os gerenciadores permitem o login de usuários cadastrados, registram suas atividades e resultados, gerenciam os catálogos de cursos bem como os cursos, e fornecem relatórios à gerência. Um sistema LMS apóia-se no ambiente de execução para apresentar os objetos e controlar as operações realizadas pelos alunos dentro do ambiente de aprendizagem. Funcionalidades adicionais podem estar disponíveis, tais como: Ferramenta de autoria de conteúdo; Gerenciamento de instalações físicas, recursos associados e instrutores; Gerenciamento de competências, registro da atividade do usuário, tanto os resultados dos testes, as avaliações que realiza, os tempos e acesso ao material instrucional, quanto o histórico do aluno; Gerenciamento dos serviços de comunicação e colaboração: bate-papo, listas de discussão, videoconferências etc.

¹¹ Objetos de Aprendizagem: referem-se a qualquer recurso instrucional, adaptáveis às necessidades, habilidades, interesses e estilos cognitivos de cada aluno. Esses objetos apóiam a aprendizagem na educação a distância, pelo que se apresentam em formato digital, de modo que são acessíveis em qualquer lugar e tempo.

1.2. Motivação

Os espetaculares avanços nas comunicações e na informática têm passado a falsa imagem de que essas tecnologias podem trazer, por si sós, consistentes melhoras no processo educativo, deixando de lado a importância que uma atitude científica e crítica em relação ao seu emprego é requerida, em função de se conseguirem resultados mais eficientes. É muito importante chamar a atenção para a necessidade das investigações nesta área do conhecimento. Pesquisas que comandem de maneira consciente o processo de integração pedagogia-tecnologia devem passar a ser a verdadeira fonte geradora das necessidades tecnológicas a partir da interpretação do próprio processo.

O modelo de ensino a distância demanda uma base metodológica ampla, que aproveite a experiência acumulada no processo de ensino-aprendizagem tradicional e, sobretudo, que garanta coerência em todas as atividades relacionadas com o processo instrucional por meio da tecnologia. Considerando que o objetivo da educação não é apenas ensinar fatos, mas também ensinar a pensar, raciocinar a partir dos fatos, resolver problemas, desenvolver habilidades de comunicação, entre outros, é evidente que o ensino a distância¹² precisa abranger atividades mais complexas que busquem todos esses objetivos. Portanto, esse novo estilo de educação não pode ser baseado unicamente na leitura e visualização das mídias que carregam o material de ensino, e, sim, devem ser incorporadas atividades interativas que permitam a construção do conhecimento.

Contudo, não é isso o que a situação atual mostra. Na realidade, verifica-se a pouca exploração e utilização da experiência das metodologias utilizadas durante muito tempo no ensino presencial. Nessas condições, escolher um modelo pedagógico para a aprendizagem colaborativa mediada pela tecnologia é uma tarefa que exige grande responsabilidade, e

¹² Recomenda-se consultar Moran [65].

provavelmente pela sua complexidade, este problema ainda não tenha sido totalmente resolvido na área de CSCL.

A escolha do modelo e sua base metodológica deverão dar suporte às etapas de planejamento, de produção e de aplicação das atividades instrucionais, detalhadas a rigor por uma **equipe interdisciplinar**, que vise alcançar a aprendizagem efetiva e a máxima satisfação das necessidades do público alvo. O modelo deverá considerar também a seleção de uma série de princípios que suportem o processo colaborativo e considerem os três elementos que interagem continuamente nesse processo: os membros do grupo (alunos ou aprendizes), o coordenador (professor ou especialista) e o conteúdo.

As mais recentes pesquisas na área de educação vêm constatando que as teorias do construtivismo e construcionismo são as mais adequadas nestes tempos de destaque das tecnologias da informação e das comunicações. Porém, sabe-se que a aplicação do construtivismo e construcionismo, no ensino de conceitos em áreas específicas da Engenharia, demanda custosos recursos humanos e de equipamentos. Um exemplo são os conceitos e conhecimentos em geral sobre “Redes de Computadores”, que necessitam de redes reais para a realização de experiências práticas e outras atividades de ensino. Neste caso, uma alternativa tem sido o uso dos simuladores de redes, nos quais cada aluno individualmente aprende fazendo, entrando parâmetros e visualizando o que acontece na configuração da rede escolhida através de softwares. Uma alternativa tem sido optar pela execução de experiências em grupo, em que se aproveitam as muitas vantagens que este tipo de atividade oferece e se destaca a importância da participação de todos os membros do grupo na resolução de problemas como elemento catalisador da aprendizagem do indivíduo e do coletivo.¹³ Isso explica por que muitos projetos que utilizam técnicas inovadoras de ensino-aprendizagem a

¹³ “Uma forma de se tornar um bom aluno, é participando de atividades de aprendizagem junto com outro bom aluno, que nada impede que seja o próprio professor” (Papert, apud Ficheman [34]).

distância tentem incorporar atividades de trabalho em grupo como uma forma mais abrangente de se aproximar dos objetivos do curso.

As aplicações executadas em redes, associadas ao trabalho empresarial, à engenharia, à medicina, ou principalmente à educação, demandam não apenas uma infra-estrutura com grande capacidade de transmissão e com maior confiabilidade, mas também métodos apropriados para desenvolver o trabalho em grupo com efetividade e sucesso. Não se trata apenas de extrapolar para outro ambiente modelos já existentes de educação e cognição, mas que esses modelos deverão ser ajustados aos novos recursos e meios de comunicação na hora de planejar e executar uma aplicação colaborativa, distribuída, síncrona e altamente motivadora. Além disso, os modelos deverão levar em consideração que a separação física esconde uma série de fatores intervenientes, como os sentimentos, os temperamentos, as emoções etc.

É motivador contribuir para a questão significativa atual sobre o uso do ensino a distância: a necessidade de ter um caminho especificado por meio de um modelo¹⁴ que auxilie os especialistas e professores no uso adequado dos recursos de comunicação e informação e que considere as estratégias pedagógicas pertinentes na implementação e execução de Ambientes de Aprendizagem Colaborativa.

Por outro lado, para as atividades de aprendizagem em grupo, ainda não foram divulgadas especificações tanto para o formato da estrutura estática da aplicação como para o formato do comportamento dinâmico. Isto condiciona, na maioria dos casos, que os atuais sistemas de suporte à aprendizagem colaborativa, em geral, definam a estrutura, o conteúdo e

¹⁴ Um modelo é aqui considerado um conjunto de conceitos que permitem construir uma representação razoável do processo de elaboração de uma aplicação colaborativa pela *Web*.

a organização da aplicação em grupo segundo seu próprio formato, não permitindo, assim, a reutilização das aplicações por outros sistemas.

Surge a necessidade de elaborar especificações que, junto à definição do modelo de colaboração, facilitem o desenvolvimento, a utilização, o armazenamento, a troca e a manutenção dos recursos educativos, a fim de permitir a interoperabilidade e reuso deles e das ferramentas de suporte por qualquer sistema de gerenciamento de conteúdo.

1.3. Objetivos

Conhecidas as necessidades atuais e significativas nesta área de estudo, escolheu-se a seguinte questão de pesquisa para ser trabalhada nesta tese:

Qual deve ser a metodologia que auxilie o docente na construção de aplicações colaborativas de aprendizagem de conceitos de Engenharia, e a distância, de modo que: envolva, de forma implícita, uma proposta pedagógica para o planejamento, organização e execução da aplicação baseada em projetos e, além disso, que o conteúdo seja reutilizável por qualquer sistema de suporte à aprendizagem colaborativa?

A partir desta questão, foram adotadas as seguintes hipóteses:

- **Hipótese 1:** o ensino a distância não experimentou ainda todas as possibilidades que a tecnologia das Comunicações e da Informação oferecem para suportar **atividades instrucionais orientadas a grupos**.
- **Hipótese 2:** os professores carecem de modelos para a construção de aplicações colaborativas de aprendizagem de conceitos práticos **baseada em projetos**.

- **Hipótese 3:** os professores carecem de modelos para o **ensino baseado no desenvolvimento de projetos** por meio de sistemas eletrônicos de aprendizagem, muito úteis nas áreas de Engenharia.
- **Hipótese 4:** a padronização SCORM define especificações técnicas para a criação e uso dos conteúdos, orientadas ao modelo de aprendizagem individual. Observa-se a falta de **especificações para o modelo de aprendizagem em grupo**.

Assim, uma vez identificados o assunto de pesquisa e as hipóteses a ele associadas, definiu-se o objetivo geral deste trabalho, cujo cumprimento responderá à questão alvo de muitas pesquisas atuais:

Como podem as tecnologias de informação e das comunicações suportar a aprendizagem colaborativa na área de Engenharia, utilizando o método de projetos?

O objetivo geral:

Desenvolver um modelo para criar e executar atividades instrucionais orientadas ao ensino de projetos pela Web e ao estilo de aprendizagem colaborativa, de modo que o conteúdo das atividades seja reutilizável e a execução dessas atividades tenha como pressuposto a aprendizagem significativa, construtivista e construcionista baseada em projetos. Este modelo é nomeado neste trabalho como: Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos pela Web – MAC-BP.

E para tal fim é necessário atingir uma série de objetivos específicos listados a seguir:

Os objetivos específicos:

DEFINIR O MODELO CONCEITUAL PARA AS APLICAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM GRUPO:

- Conceber um modelo conceitual para estruturar o processo de criação e a execução de aplicações colaborativas de aprendizagem prática de conceitos, baseadas no desenvolvimento de projetos.
- Validar a aplicabilidade do modelo pela criação de uma aplicação protótipo, orientada ao ensino baseado na metodologia de desenvolvimento de projetos.
- Identificar os objetos de aprendizagem necessários para as atividades em grupo (Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa - OCAC).
- Especificar e representar os OCAC orientados à execução de projetos em componentes segundo a padronização SCORM.

ESPECIFICAR AS CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES DE SUPORTE PARA AS ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM EM GRUPO:

- Definir os espaços de colaboração.
- Definir os mecanismos de execução.
- Definir os mecanismos de coordenação das intervenções dos membros do grupo.

1.4. Escopo

Este projeto de pesquisa exigirá o aprofundamento em várias áreas do conhecimento, dentre elas: comunicação de redes; processamento distribuído; padronizações de *e-learning*; interface com usuários; teorias sobre o comportamento dos grupos, trabalho em equipe e utilização de jogos, embora extraídas de experiências do modelo presencial. Contudo, o

escopo do trabalho foi limitado àquelas questões imprescindíveis à atenção dos objetivos propostos:

- Revisão crítica dos aspectos pedagógicos e das experiências práticas do trabalho colaborativo no modelo presencial tradicional.
- Caracterização das ferramentas (ambientes, projetos, *frameworks* e sistemas) disponíveis para a execução de aplicações colaborativas a distância.
- Estudo das especificações SCORM para o modelo de ensino eletrônico orientado à aprendizagem individual.
- Proposta de um modelo para a elaboração de aplicações para a aprendizagem colaborativa baseadas em projeto e definição das especificações que garantam reutilização do conteúdo dessas aplicações.
- Formalizar o modelo e exemplificar seu comportamento por meio de uma aplicação para o ensino da metodologia de execução de projetos.

É necessário destacar que a aplicação do modelo MAC-BP a comunidades reais de aprendizagem e a comparação deste com outros modelos não é o escopo desta pesquisa. Futuros trabalhos poderão aprofundar esses assuntos e considerar outros elementos intervenientes na procura de um maior sucesso na execução de aplicações para a aprendizagem colaborativa.

1.5. Contribuição

A aprendizagem colaborativa baseada em projetos é uma filosofia de aprendizagem que estimula a curiosidade dos alunos para aprender Engenharia, fazendo Engenharia.

Esta tese centra sua atenção na busca de soluções para a aprendizagem colaborativa, sendo sua principal contribuição a apresentação de um modelo conceitual para os sistemas eletrônicos de suporte à aprendizagem colaborativa baseada em desenvolvimento de projetos e a sua validação através de uma aplicação protótipo da área de Engenharia.

O modelo servirá de guia para os especialistas e *designers* das atividades de aprendizagem em grupo em sistemas eletrônicos, e representará um importante aporte à tendência atual de padronização na área de *e-Learning*.

Este trabalho deve, assim, contribuir para a viabilidade de um ensino a distância de maior qualidade, utilizando os recursos da informática e das comunicações existentes e as estratégias pedagógicas adequadas. Principalmente no caso do ensino da Engenharia, no qual é reconhecida a importância da aprendizagem colaborativa baseada em desenvolvimento de projetos e a distância, mas ainda pouco explorada.

1.6. Organização do trabalho escrito

O trabalho escrito é organizado em sete capítulos:

Capítulo 1: Introdução. Neste capítulo são apresentados os objetivos do trabalho, os pontos de partida e a motivação para a criação da proposta. Também são expostos o escopo da pesquisa e a organização do documento.

Capítulo 2: Aprendizagem em grupo. Neste capítulo é apresentado o resultado da pesquisa bibliográfica sobre o uso da aprendizagem em grupo, tanto no modelo presencial quanto a distância, suas vantagens e desvantagens. São apresentadas também as definições dos diferentes estilos de aprendizagem em grupo, os aspectos pedagógicos da metodologia tradicional usada no ensino-aprendizagem em grupo, considerados mais significativos para o

modelo de aprendizagem colaborativa que se propõe, assim como alguns aspectos sobre as técnicas do trabalho e a interatividade em grupo.

Capítulo 3: Aprendizagem Colaborativa Mediada pela Tecnologia - acmt. Neste capítulo é apresentada uma classificação para as atividades e as aplicações colaborativas, baseada no tipo de colaboração, no tipo de interação e no nível de funcionalidade das aplicações. Também são resumidas as principais características e a comparação dos projetos, ambientes, sistemas e *frameworks* – PASF, desenvolvidos na área de CSCL e mais encontrados na literatura consultada. Além disso, o capítulo reúne os requerimentos e as propriedades exigidos para os ambientes de aprendizagem colaborativa.

Capítulo 4: Especificações SCORM para o modelo de EAD orientado à aprendizagem individual Este capítulo foi destinado a apresentar brevemente as especificações SCORM existentes. Descreve os modelos de agregação de conteúdo, o empacotamento do conteúdo, assim como também algumas características do ambiente de execução e da sequência de navegação.

Capítulo 5: Um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos – MAC-BP. Este capítulo descreve a proposta de um modelo para desenvolver e executar aplicações de aprendizagem colaborativa baseada em projeto, que considere o conjunto de elementos influentes e significativos para o sucesso da aprendizagem em grupo, segundo apresentados no capítulo 2.

Capítulo 6: Especificações do Modelo MAC-BP. Neste capítulo primeiramente é descrita uma aplicação protótipo que envolve a execução de um projeto genérico orientado ao ensino da metodologia para realizar projetos, pelo método de projeto. A aplicação é utilizada para identificar com maior facilidade os objetos e recursos de aprendizagem envolvidos em

aplicações de aprendizagem criadas com auxílio do modelo proposto. Em consequência, aqui é apresentada uma proposta que define os Objetos de Aprendizagem Colaborativa Compartilháveis e as especificações de criação e utilização destes objetos, baseadas nas especificações SCORM. Aqui também é ilustrado o procedimento operacional do modelo segundo as especificações IMS_LD e a linguagem de modelagem UML.

Capítulo 7: Considerações finais. Neste capítulo são apresentadas as considerações gerais sobre o modelo proposto, as contribuições desta pesquisa, e, por último, são comentados os possíveis trabalhos futuros nesta área.

2. Aprendizagem em grupo

2.1. Introdução

A escola é considerada, tradicionalmente, o ambiente mais propício para atividades em grupos, integrando elementos de diferentes níveis de conhecimentos, e às vezes até de características culturais diferentes. Porém, os estilos de aprendizagem cooperativa e colaborativa também têm sido aplicados na preparação de indivíduos para ambientes de trabalho que exigem pessoas aptas e competentes para trabalhar em equipe.

A experiência com modelos tradicionais de aprendizagem demonstra que há maior sucesso na aquisição de conhecimentos quando da utilização de ambientes colaborativos, pois os alunos tendem a desenvolver habilidades superiores de raciocínio através do pensamento crítico, por se sentirem mais aceitos e confiantes dentro do grupo. Esta comprovação ganha ênfase quando se trata de técnicas de aprendizagem em grupo que aproveitam os recursos da tecnologia das comunicações e da informação. É o caso dos ambientes de ensino a distância através dos espaços virtuais como a Internet, que possui ferramentas de cooperação e colaboração assíncronas, como: correio eletrônico, *newsgroups* e *listserves*; e ferramentas síncronas, como: teleconferências, editores cooperativos, sessões de chat, entre outros.

No mundo da computação o suporte ao trabalho em grupo é um tema relativamente recente. A indústria dos softwares tem atendido preferencialmente o trabalho individual, procurando o ganho de produtividade, podendo-se citar como exemplos: os editores de texto, os editores gráficos e as planilhas eletrônicas. Contudo, percebe-se uma crescente preocupação em aumentar a produtividade das organizações, nas quais uma parte importante do trabalho é feita por grupos. Já por volta dos anos 1970, criou-se uma nova área de

pesquisas chamada “Automação de Escritórios” (OA – "*Office Automation*"), que em seus primeiros esforços buscava integrar e transformar aplicações monousuário, como, por exemplo, processadores de texto e planilhas eletrônicas, em aplicações de acesso simultâneo para um grupo de usuários [68],[102]. Hoje o panorama tem se ampliado para profissionais das áreas humanas, entre eles sociólogos, psicólogos, antropólogos e educadores, colaborando para o desenvolvimento das estratégias e tecnologias mais adequadas ao trabalho e à aprendizagem em grupo.

O presente Capítulo se propõe a resumir os elementos teóricos que definem o estilo de aprendizagem em grupo: o papel dos professores, o papel dos alunos, os fundamentos teóricos da aprendizagem e da interação em grupo, as técnicas utilizadas para este tipo de aprendizagem, as vantagens e limitações da utilização deste estilo de aprendizagem, entre outros. Tudo isso colocado de modo a argumentar que a aprendizagem colaborativa pode perfeitamente ser oferecida com a ajuda da tecnologia das comunicações e da informação.

2.2. Definições

As atividades coletivas de aprendizagem são normalmente divididas em competitivas e não competitivas. As atividades não competitivas são chamadas de cooperativas e colaborativas conforme o caso, mas ainda há uma grande controvérsia sobre a diferenciação dessas duas categorias utilizadas para se referir à interação de elementos de um grupo que buscam um objetivo comum [53]. Alguns pesquisadores utilizam os termos "colaboração" e "cooperação" como sinônimos, enquanto outros os distinguem [33]. Uma das diferenças apontadas por alguns é que na aprendizagem cooperativa há uma definição de hierarquias

entre os participantes, focando maior organização e gerenciamento das informações. Nesta área, destacam-se pelo pioneirismo os trabalhos dos irmãos Johnson¹⁵ [104].

À margem desta discussão, entende-se que é possível enxergar a “aprendizagem colaborativa” como a categoria mais geral, que engloba outras categorias particulares, entre elas a “aprendizagem cooperativa”. Assim definido, permite uma simplificação útil no sentido de relacionar as diferentes categorias do estilo de aprendizagem em grupo num denominador comum, regidas pela mesma filosofia de trabalho.

2.2.1. Aprendizagem Colaborativa

Aprendizagem colaborativa é um termo relacionado ao processo de criação compartilhada, na qual dois ou mais indivíduos com habilidades complementares interagem trocando experiências, pontos de vista, informações, significados, conceitos, habilidades e concluindo sobre as ações e tomadas de decisões em torno de um processo, produto ou evento (Figura 1-1).

A aprendizagem colaborativa se vale de uma filosofia de trabalho que rege o relacionamento e interação entre os elementos do grupo. Esta filosofia estabelece regras de respeito e preservação das contribuições e habilidades individuais de cada participante, assim como da liberdade para exposição de idéias e questionamentos.

A aprendizagem colaborativa se desenvolve num ambiente caracterizado pela ausência de hierarquias e divisões de atividades de modo formal. Cada elemento do grupo participa em todas e em cada uma das tarefas do projeto ou problema, movido, pelo menos inicialmente, por motivações individuais, de preferência estimuladas pelo professor e pelo conteúdo do

¹⁵ Roger e David Johnson pesquisaram e gerenciaram projetos sobre trabalho cooperativo na Universidade de Minnesota desde os anos 1980. Suas pesquisas nessa área começaram na década de 1960. Seus trabalhos são muito referenciados em pesquisas sobre aprendizagem e trabalho em grupo.

curso. Conseqüentemente, é muito importante que o docente conheça o grupo antes de planejar uma atividade coletiva.

Nesta forma de aprendizagem o conhecimento é adquirido por meio da interação. O processo de ensino-aprendizagem deixa de ser apenas a transmissão de informações e fatos do professor para o aluno, e passa a haver discussão, construção, formação do espírito crítico. Assim, o papel do professor se eleva, responsabilizando-o pela criação de um contexto adequado para que os alunos possam produzir, discutir e criar, num ativo processo de descoberta. Também se eleva o papel do aluno, em quem se centra a força do processo, pois cada membro do grupo se responsabiliza igualmente pela aprendizagem individual e pelo sucesso do coletivo em cumprir a tarefa encomendada [29], [44], [47], [98].

Segundo Nunamaker [72], o processo de colaboração divide-se em três níveis: o nível individual, em que cada membro é considerado como parte do grupo, mas trabalha de maneira independente; o nível de informação compartilhada, que envolve transmissão de documentos e informação em geral entre os membros do grupo; e o nível de grupo, no qual todos os membros do grupo trabalham em conjunto na realização de uma tarefa e na busca de objetivos comuns. Neste último nível pode-se alcançar maior produtividade. Porém, também é neste nível em que as pessoas mostram certa resistência, pois a forma colaborativa de trabalho pressupõe uma grande adaptação das pessoas, geralmente acostumadas com o trabalho individual.

2.2.2. Aprendizagem Cooperativa

A aprendizagem cooperativa é uma forma de aprendizagem que envolve um conjunto de processos que ajudam as pessoas a interagirem umas com as outras. Busca-se que todos os elementos do grupo alcancem juntos o objetivo concreto de adquirir um determinado conhecimento e desenvolver determinadas habilidades. Para tal, deverão atuar como parceiros

entre si e com o professor na elaboração de um projeto, um produto final ou na execução de uma tarefa. A motivação é, desde o início, coletiva. Isto exige o grau máximo de colaboração, visando alcançar objetivos compartilhados.

Geralmente designa-se um coordenador do processo de criação que se encarrega de distribuir as tarefas e os papéis. Esse coordenador pode ser o professor, como pode também ser um dos membros do grupo. Essa responsabilidade também pode mudar de figura durante o processo, de modo a buscar participação da maior quantidade de integrantes do grupo.

Nesta forma de aprendizagem os estudantes são positivamente interdependentes. As atividades são estruturadas de maneira que um estudante necessita do outro para completar as tarefas comuns. Todos são responsáveis individualmente pelo seu trabalho e pelo seu aprendizado. Isto é, cada um dos participantes tem designada uma tarefa específica dentro do projeto ou problema a ser resolvido pelo grupo, realizando assim um trabalho individual como parte do trabalho coletivo [35],[64], [77].

2.2.3. Aprendizagem Competitiva

Aprendizagem competitiva é uma outra forma do estilo de aprendizagem em grupo (Figura 1-1), na qual se destacam individualmente os membros do grupo, pois competir significa pretender uma coisa simultaneamente com outra pessoa, isto é, concorrer.

Para alguns pesquisadores, a competição pode obstaculizar a aprendizagem [53], porém, quando se utilizam os jogos instrutivos como uma modalidade de competição, a aprendizagem é altamente estimulada, pois é criado um ambiente gratificante, atraente e estimulante para o desenvolvimento de habilidades, a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões.

Segundo Piaget¹⁶, *apud* Silveira [96], o jogo tem uma relação estreita com a construção da inteligência, e possui uma efetiva influência como instrumento incentivador e motivador no processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, o jogo em grupo, segundo Rizzo [88], obriga o participante a sair do seu próprio egocentrismo, a antecipar a ação do outro jogador e as suas próprias, como hipóteses, numa jogada mais complexa, obriga o participante a considerar os pontos de vista do outro, a imaginar e antecipar os resultados. Portanto, o jogo estabelece relações de interdependência no espaço e no tempo, além do que, implica a construção do agir, lidar com critérios e regras e estimula de forma acentuada a construção de esquemas inteligentes de adaptação.

Os jogos são também utilizados em atividades práticas, de realimentação e de avaliação. Eles tradicionalmente envolvem algum tipo de história ou aventura, problemas ou quebra-cabeças que precisam ser solucionados, questões que os participantes devem responder com múltiplos níveis de dificuldade etc.

Por todas as vantagens que proporcionam os jogos, junto às vantagens que propiciam os recursos das comunicações e da informação, verifica-se um aumento da demanda por jogos multiusuários acadêmicos como uma nova forma de educar, simular e assessorar [100].

Apesar de a maioria dos jogos acadêmicos utilizarem a simulação como a base da competição e da cooperação, eles não têm que ser estritamente competitivos, nem ter por objetivo visar um adversário, pelo contrário, eles podem também ser cooperativos, colaborativos e construtivistas, tal é o caso, por exemplo, daqueles jogos de construção de cidades, que estimulam a criatividade, desenvolvem habilidades coletivas em áreas como

¹⁶ Jean Piaget (1896-1980): Psicólogo, biólogo e filósofo suíço, que procurou demonstrar por meio de variados testes como é que pensa e aprende uma criança em função da idade.

arquitetura, urbanística, cidadania etc.[45]. Exemplos de jogos multiusuário e distribuídos são os ambientes MOO¹⁷ e MUD¹⁸.

2.3. Fundamentos teóricos da aprendizagem em grupo

A utilização de qualquer recurso tecnológico para atingir objetivos educacionais demanda intrinsecamente, uma concepção pedagógica que o fundamente. Nos ambientes hipermídia este requerimento pedagógico é fundamental, tanto nas fases de estruturação como na de implementação. A seguir apresentam-se comentários breves sobre algumas teorias importantes.

2.3.1. Teorias de Aprendizagem

O comportamento do indivíduo que desempenha atividades de aprendizagem através do computador é estudado a partir das teorias que enfatizam o processo através do qual o universo de significados do indivíduo tem origem. Estas teorias são: Construtivismo, Cognitivismo, Socioaprendizagem, Construcionismo e a teoria das Inteligências Múltiplas.

Construtivismo:

A teoria construtivista, que começou com Piaget,¹⁹ é epistemológica e explica a produção de conhecimento, o que é o saber e como se adquire este saber. Esta teoria é proveniente da Psicologia do Desenvolvimento, e concebe o desenvolvimento do conhecimento como a construção de uma série ordenada de estruturas intelectuais que regulam os intercâmbios do sujeito com o meio (o objeto) [80], [81].

¹⁷ MOO: *Multi User Object Oriented Environment* (ambiente multiusuário orientado a objetos)

¹⁸ MUD: *Mutli User Domain* (domínio multiusuário, ou dimensão multiusuário, ou Dungeon)

¹⁹ Segundo Piaget a dinâmica de grupos é algo muito importante, considerada um estímulo para a operação da inteligência em situações cooperativas. Na Epistemologia Genética, Piaget considera como ponto central a estrutura cognitiva do sujeito e seus diferentes níveis de desenvolvimento, e como o desenvolvimento é facilitado pelo contato do educando com situações desafiadoras.

Para o construtivismo, o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento, nem como o resultado do simples registro de percepções e informações; resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente onde vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, pelas interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou cultural.

Construtivistas consideram que o aluno consegue aprender por meio de dois processos: a resolução de conflitos e a reflexão teórica. Isto é, o aluno gera o conhecimento ao descobri-lo sem esperar passivamente pelo professor; o aluno aprende pela descoberta, aprende fazendo, construindo seu conhecimento pela experiência e se convertendo num agente ativo.

A utilização do construtivismo na formação a distância traz consigo a ruptura com a abordagem tradicional de ensino, e promove o desenvolvimento de novos modelos que sejam coerentes com esta teoria, porém adaptáveis aos recursos oferecidos pela tecnologia das comunicações e da informação.

O uso desta teoria pressupõe o desenvolvimento de ambientes construtivistas de aprendizagem centrados no aprendiz. Esses ambientes devem ser altamente interativos e com possibilidades de colaboração entre os múltiplos usuários.

Por outro lado, este modelo pedagógico está estreitamente ligado com a aprendizagem baseada em projetos. Na aplicação deste modelo são tratados menos temas que no currículo tradicional, embora os assuntos sejam tratados com maior grau de profundidade. Também o aluno assume o papel central mais ativo, como construtor do seu próprio conhecimento e das suas habilidades.

Cognitivismo

Teoria Cognitiva de Aprendizagem, desenvolvida pelo psicólogo David Ausubel²⁰, se refere ao estudo interdisciplinar da aquisição e uso do conhecimento. A teoria defende que o fundamental no ensino é que a aprendizagem seja significativa. Isto é, o material a ser aprendido (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas) precisa fazer todo sentido para o aluno. Isto é alcançado quando a nova informação está estreitamente relacionada aos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, quando ele é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, quando ele compreende.

Este processo em que o conhecimento vai sendo construído é altamente dinâmico. Ambos os conteúdos, o novo e o existente, se modificam; desta forma, a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa.

A teoria de Ausubel é bem mais complexa do que isto, envolvendo outros conceitos relacionados com a hierarquia que se estabelece entre os conteúdos aprendidos. Servindo então de suporte à teoria dos Mapas Conceituais (Figura 2-1), desenvolvida em meados da década de 1970 por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos [6].

²⁰ David Paul Ausubel, Nova York, 1918.

Figura 2-1: Exemplo de um mapa conceitual de navegação. Adaptado de Rovira [90].

Socioaprendizagem ou o Sociocostrutivismo

Esta teoria é baseada nas idéias de Vygotsky²¹ sobre a aprendizagem. Ela enfatiza que a inteligência humana provém da nossa sociedade ou cultura, e que ocorre em primeiro lugar pela interação com o ambiente social, aspecto importante que Piaget não considerou na sua teoria. Vygotsky foi o primeiro autor a chamar a atenção para a importância do envolvimento ambiental no desenvolvimento do indivíduo e no processo de formação da mente. Ele incorpora o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): distância entre o nível de resolução de uma tarefa em forma independente e o nível que pode atingir o indivíduo pela mediação de um outro indivíduo mais experiente ou um grupo. Vygotsky também incorpora o conceito de Dupla Formação (DF): referida ao duplo processo da aprendizagem, no qual a aprendizagem se inicia a partir da interação de um indivíduo com outros (com o meio) e logo passa a formar parte das estruturas cognitivas do indivíduo em forma de novas competências.

²¹ Lev Semynovich Vygotsky (1896-1934): Psicólogo russo, que em sua teoria sociocultural sobre a aprendizagem enfatiza que a inteligência humana provém da nossa sociedade ou cultura, e que esta ocorre pela interação com o ambiente social, o que determina que o desenvolvimento cognitivo é limitado a um determinado potencial para cada indivíduo.

Para Vygotsky, o ser humano não se limita a responder aos estímulos, senão que também os transforma mediante ferramentas. Sua teoria propugna uma psicologia baseada na atividade [107], [108].

Construcionismo

A teoria mais recente sobre a aprendizagem foi desenvolvida por Papert²² em 1980, internacionalmente reconhecido como um dos principais pensadores sobre as formas pelas quais a tecnologia pode modificar a aprendizagem. O construcionismo é baseado no construtivismo cognitivo de Jean Piaget, no construtivismo social de Vygotsky e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Papert usou o termo Construcionismo para mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno cria um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador. Esta teoria defende que a aprendizagem deve se dar por meio do engajamento do aprendiz ou dos aprendizes na construção de um produto significativo e de preferência contextualizado, o que significa que o produto construído deve estar relacionado com a realidade e necessidade do aprendiz.

Papert enfatiza a importância de criar as condições necessárias e disponibilizar recursos para a aquisição e construção de mais conhecimento. Foi pioneiro na defesa da introdução dos computadores nas salas de aula, como ferramentas a serviço da educação. Para ele, o computador re-configura as condições de aprendizagem e pressupõe novas formas de aprender [78].

²² Seymour Papert (1928): Psicólogo e matemático sul-africano, pioneiro no estudo da Inteligência Artificial e criador da linguagem Logo, estudou como o uso dos computadores pode mudar as formas de aprendizagem. Trabalhou com o psicólogo educativo Jean Piaget na Universidade de Geneva de 1959 a 1963.

Teoria das Inteligências Múltiplas

Teoria de aprendizagem desenvolvida por Howard Gardner [37]. Para este pesquisador o conhecimento precisa da ação coordenada de todos os sentidos – tato, audição, visão, fala, movimento. Os sentidos agem como um todo, combinando e reforçando significados (Moran [66]). Gardner afirma que o conhecimento se dá dentro de cada indivíduo por um sistema de "inteligências": verbal-lingüística, lógico-matemática, musical, corporal, visual-espacial, interpessoal, intrapessoal. Segundo este pesquisador, as inteligências são habilidades interconectadas e independentes por estarem localizadas em diferentes regiões do cérebro. Isto é, para cada indivíduo e cada cultura essas inteligências têm pesos ou valores diferentes.

Para os educadores, esta teoria implica que eles devam estruturar a apresentação do material em uma forma/estilo que envolva a maioria ou todas as inteligências. Neste aspecto, os softwares educacionais podem favorecer o desenvolvimento dessas inteligências, principalmente pelo uso da multimídia e da Realidade Virtual. O aluno pode interagir com o computador de várias formas, por meio da visão, escrita, leitura, fala, audição, musicalidade, resolução de problemas, jogos de lógica, estudo individual, escolhas pessoais, aprendizagem colaborativa, trabalhos em grupo, e outras opções que os softwares e os meios de comunicação possam suportar.

Em geral, todas as teorias anteriormente comentadas:

- Baseiam-se no fato de que o organismo é naturalmente ativo e a aprendizagem acontece como consequência dessa atividade;
- Propugnam a importância das trocas sociais para a promoção da aprendizagem, e a fixação do conhecimento pelo estímulo do desenvolvimento cognitivo na

resolução de problemas, durante a interação social, e pelo pensamento crítico e pela análise individual e coletiva;

- Consideram que o agente de aprendizagem é o próprio aluno, e que o professor é somente um facilitador da informação, atuando como orientador;
- Tiveram origem e foram desenvolvidas para o aprendizado nas fases do desenvolvimento cognitivo infantil e juvenil. Contudo, acredita-se que elas podem ser extrapoladas para uma perspectiva maior, a educação adulta (andragógica²³), pois os processos nelas descritos são razoavelmente independentes de faixas etárias.

Conclui-se que as teorias comentadas anteriormente se apresentam adequadas para suportar experiências de aprendizagem colaborativa mediadas pela tecnologia, e que exijam maior participação do aluno individualmente e dentro de um grupo [5].

A seguir é apresentado um resumo dos fundamentos teóricos mais importantes a serem considerados na utilização do estilo de aprendizagem em grupo orientado a adultos.

2.3.2. Como os adultos aprendem em grupo

Até aqui vem sendo utilizado o termo grupo, sem que se tenha definido antes, por assumir que intuitivamente esteja sendo interpretado que grupo se refere ao conjunto de pessoas associadas segundo algum critério. Porém, acha-se conveniente, de agora em diante, estabelecer um critério comum para o termo “grupo”. Propõe-se assumir a definição de Cole [20] *apud* Marca [61], Figura 2-2.

²³ Andragogia: refere-se à arte e ciência de orientar adultos na aprendizagem, segundo Malcom Knowles em “*The Adult Learner - A Neglected Species*” (1973), *apud* Cavalcanti [15].

GRUPO = Indivíduos + Comunicação + Objetivos Comuns

Figura 2-2: Definição de “grupo” segundo Cole [21], *apud* Marca [61].

Grupo está integrado por indivíduos que se comunicam e têm objetivos comuns. Esta definição significa que um conjunto de pessoas reunidas num local real ou virtual, sem ter um propósito comum e sem que mantenham comunicação, não constitui um grupo. Pesquisadores que se encontram desenvolvendo projetos numa mesma sala de pós-graduação, cada um com seu próprio objetivo, mantendo comunicação, mas sem formar um grupo. Pessoas reunidas virtualmente numa sala de chat, interessadas no tema de discussão (propósitos individuais), participam interagindo, portanto estabelecem comunicação, mas não por isso constituem um grupo.

Vários fatores humanos influenciam simultaneamente, e de maneira complexa, no comportamento do grupo, por isso o resultado da interação e do trabalho de seus membros é praticamente impossível de se predizer. Por esta razão, os grupos não podem ser descritos por fórmulas tão simples, como aquelas baseadas na causa e o efeito, senão que se utilizam para isso muitos conceitos em diferentes combinações para compreender melhor o comportamento do grupo [61]. Estes conceitos são estudados com profundidade na área dedicada às dinâmicas²⁴ de grupo. Alguns aspectos significativos relacionados com os grupos são utilizados neste documento, mas não são detalhados por fugir do escopo do trabalho.

A própria complexidade para entender os grupos conduz à necessidade de, pelo menos, conhecer como os adultos aprendem e se comportam em atividades coletivas colaborativas.

²⁴ Dinâmica de grupos: Conhecimento dos fenômenos e leis de comportamento, específicas dos pequenos grupos [62].

Segundo Cheesman & Heilesen [17], os adultos são classificados em relação à aprendizagem e a suas interações nos seguintes três tipos de alunos:

- **Ativos e espontâneos:** Respondem rapidamente a atividades de discussão iniciadas pelo professor e comentadas por outros alunos. As respostas são breves e bastante freqüentes, e nem sempre contribuem fortemente no processo de aprendizagem que acontece no grupo.
- **Atuantes bem preparados:** São altamente competentes e sempre preparados para dar importantes contribuições às discussões no grupo, são logísticos e bem documentados. A sua participação leva algumas vezes a concluir a discussão prematuramente, limitando a participação de outros membros.
- **Inativos:** Estão sempre na espera, tranquilos, sem a intenção de participar. Há ocasiões em que a discussão em que estão envolvidos já não lhes motiva mais, ou não lhes traz informação nova. Nessa hora eles mesmos manifestam o interesse em concluir a atividade, argumentando já terem aprendido o bastante.

Na prática, o estilo colaborativo tende a convergir estes três tipos de alunos acima descritos, pois aos ativistas se lhes exige maior reflexão antes de participar, aos bem preparados menos destaque e aos inativos serem menos passivos.

Para atingir as posturas desejadas em busca de um maior sucesso no processo de aprendizagem, em determinadas situações pode ser necessário estabelecer regras de participação e conduta, de forma tal que seja possível balancear tanto a quantidade como a qualidade da intervenção dos participantes nas tarefas coletivas [17].

2.3.3. Processo de aprendizagem em grupo

No processo educativo, o trabalho em grupo é utilizado para ensinar a utilizar conhecimentos já aprendidos, e desenvolver habilidades, valores e atitudes dos alunos por meio de aplicações direcionadas ao reforço dos conceitos teóricos, ao estímulo à pesquisa, à avaliação da aprendizagem, à generalização do aprendido e à análise e solução de problemas.

Durante o processo de aprendizagem pode ser apresentada ao aluno uma determinada experiência prática, relativa ao tema, depois ele pode ser estimulado ou instruído a pensar sobre esta experiência e recompilar mais informações de maneira que, superada a etapa de aprendizagem daquele tema específico, o aluno possa fazer generalizações e interiorizar o acontecido na experiência prática apresentada. Quando se trata de atividades planejadas para grupos, o processo anteriormente exposto pode ser descrito segundo os passos da Tabela 2-1.

. Tabela 2-1: Processo de aprendizagem planejado para grupos segundo Villarroel [106].

Passos do processo de aprendizagem nas atividades em grupo	
Apresentação da experiência ou vivência	Este passo é freqüentemente associado aos jogos educativos e/ou de diversão. As atividades planejadas aqui podem ser realizadas de maneira individual, ou em grupos pequenos de até duas pessoas, arrumados estrategicamente, ou em grandes grupos. A aprendizagem se dá pelo descobrimento e pela interação. Os dados acumulados dos fatos acontecidos durante a experiência ou vivência poderão ser utilizados em futuras discussões e análise crítica. As atividades mais comuns nas dinâmicas de grupo são: resolução de problemas, realimentação, autodescobrimento, análise de casos, negociação, planejamento, competência e confrontação.
Publicação	Neste passo, o grupo deverá aproveitar a experiência de cada aluno durante o passo anterior. Envolve o descobrimento vivenciado por cada aluno tanto no nível cognitivo quanto afetivo, com o objetivo de socializar o conhecimento produzido pelo grupo. Para isso, os dados extraídos da experiência devem ser registrados periodicamente, destacando, ademais, outros aspectos relacionados com a produtividade, o grau de satisfação, comunicação de cada um dos membros do grupo, para depois disponibilizar este registro para todos os membros desse grupo ou de um outro.
Processo	Neste passo deverá ser apresentada a forma sistemática de examinar a experiência dos alunos envolvidos. Algumas das técnicas utilizadas no processo são: a observação, a discussão, os questionários, os relatórios sobre a experiência, a análise dos dados coletados e publicados, a realimentação dos erros detectados no aprendizado dos alunos envolvidos etc. O professor deverá evitar declarações antecipadas e generalizações prematuras.

(continuação)

Generalização	Este passo é importante para a dinâmica do grupo (se for omitido, o processo de aprendizagem será débil e superficial). O professor deverá apresentar teorias e recursos para argumentar a aprendizagem. Isto exige uma estrutura para que a aprendizagem se dê indutivamente ²⁵ .
Aplicação	Este é o momento de aplicar as generalizações à situação real. Podem ser permitidas a consulta e a colaboração entre os membros do grupo.

O processo de aprendizagem em grupo tem sido alvo de muitas pesquisas, por isso existe já um certo conhecimento de como criar grupos efetivos, que podem ser utilizados para avaliar a efetividade da tecnologia de suporte ao trabalho em grupo. Em primeiro lugar, é necessário conhecer os elementos básicos da aprendizagem em grupos, e depois, dominar o uso da tecnologia atual da informação e das comunicações, de modo a fazer um uso eficiente deste estilo, tradicionalmente empregado no ensino presencial.

2.3.4. Elementos básicos da aprendizagem colaborativa

Na preparação de atividades para grupo deverão ser garantidos importantes aspectos, tais como: a definição correta dos objetivos da atividade e das regras e limitações a serem respeitadas no seu desenvolvimento, a adequação das atividades às necessidades e características do grupo, e outros elementos básicos da aprendizagem colaborativa descritos a seguir [32], [83].

Interdependência do grupo

Os alunos membros do grupo têm um objetivo a perseguir e devem trabalhar eficazmente em conjunto para alcançá-lo. Primeiro, os alunos são responsáveis pela sua própria aprendizagem. Segundo, por facilitar a aprendizagem de todos os membros do grupo.

²⁵ Estratégia Indutiva: Uma estratégia para apresentar informação sobre um conceito. É também conhecida como "estratégia de descobrimento", na qual se explicam exemplos e se perguntam regras, isto é, o professor procura que a definição seja descoberta pelos alunos [41].

Terceiro, por facilitar a aprendizagem de alunos de outros grupos interessados na mesma área de trabalho. Todos os alunos interagem e todos contribuem para o êxito da atividade, isto significa que bons e maus resultados obtidos por um membro da equipe se refletem igualmente para toda a equipe.

Interação

Um dos objetivos da aprendizagem colaborativa é melhorar a competência dos alunos para trabalhar em equipe. Isso só é possível por meio da interação. As formas de interação entre os membros de um grupo motivado por uma adequada interdependência positiva são as que influenciam nos resultados da aprendizagem. Além disso, no processo de interação o aluno expõe e, por sua vez, desenvolve habilidades de comunicação com os outros, habilidades de escutar e falar em determinado momento, habilidades para compartilhar idéias e expor seu pensamento e sentimentos.

A interação deve ser livre e espontânea, e não controlada. Porém, o suporte tecnológico e as capacidades de relacionamento humano condicionam a existência de **algum controle** sobre a interação, com vistas a não gerar demasiadas mensagens, muito tráfego e acúmulo de informação em formato digital.

O processo de interação em grupo se estabelece em duas direções: no próprio processo de colaboração e nas atividades de realimentação planejadas para ajudar o aluno a entender o conteúdo tratado, Figura 2-3. A quantidade de trocas de mensagens, informação, comunicação, define o nível de interação no grupo [18].

Figura 2-3. Processo de Interação em grupo (adaptado de [18]).

Compartilhamento de informações e dúvidas com os colegas

Cada membro do grupo deve assumir integralmente sua tarefa e disponibilizar espaço e tempo para partilhar com o grupo e, por sua vez, receber as suas contribuições. A vivência do grupo deve permitir o desenvolvimento de competências pessoais e, de igual modo, o desenvolvimento de competência de grupo, como: participação, coordenação, acompanhamento, avaliação. Compartilhar conteúdo, informação, dúvidas e documentos em geral significa que tanto os objetos como as ações sobre eles são visíveis por todos os membros do grupo.

Pensamento divergente

No grupo, não deve haver nenhum elemento que se posicione ostensivamente como líder ou como elemento mais "esperto". Todos podem pôr em comum as suas perspectivas, competências e base de conhecimentos. As atividades devem ser elaboradas de modo que exijam colaboração em vez de competição, isto é fundamental na resolução de tarefas complexas e com necessidade de pensamento divergente e criativo.

Responsabilidade individual

Significa que todos os membros de um grupo devem participar ativamente para que o grupo venha a ser bem-sucedido, isto é, cada membro do grupo tem a sua responsabilidade

atribuída, formal ou informalmente, e se sente individualmente responsável pelas deliberações, atitudes e soluções do grupo, assim como pelo êxito da ação de cada um. Também os membros do grupo devem conhecer e saber explicar as decisões e soluções adotadas pelo grupo, e ter participação ativa nas etapas da execução da tarefa indicada pelo professor.

Avaliação

Periodicamente deve ser realizada uma avaliação da funcionalidade do grupo, a fim de se conhecer o seu processo de desenvolvimento, além de questionar o que teria feito cada membro do grupo e o que irá fazer nos próximos passos. Os métodos para a avaliação independente são baseados em jogos de perguntas, exercícios, observações da interação do grupo, reuniões de discussão sobre o já aprendido etc. Na aprendizagem colaborativa é bastante comum que cada membro tenha que avaliar a participação dos outros e a qualidade resultante do trabalho destes. É possível também a avaliação dos documentos criados pelos participantes do grupo, por meio de anotações que contenham críticas e sugestões sobre esses documentos.

2.3.5. Variáveis influentes na eficiência da aprendizagem colaborativa

Sobre o aspecto colaborativo, Dillenbourg et al. [27],[28] resgatam uma importante pesquisa que investiga em quais circunstâncias a aprendizagem colaborativa é mais eficiente do que a aprendizagem individual. Estes autores partem do fato de que existe uma certa tendência natural das pessoas a se juntar aos seus semelhantes. É possível aproveitar esta premissa, mas para isso os autores recomendam avaliar uma série de variáveis que influenciam na eficiência da aprendizagem de cada membro do grupo, tais como: a composição do grupo, as características dos indivíduos, a comunicação e as particularidades da tarefa a ser executada pelo grupo.

Composição do grupo²⁶

Um grupo é identificado pelas características individuais de seus membros, as atividades que realizam em seu cotidiano e suas experiências. A heterogeneidade do grupo é a variável mais intensivamente estudada. Ela é determinada pelas diferenças objetivas e subjetivas: idade, inteligência, desenvolvimento, performance escolar etc. Há também diferenças relativas à tarefa específica a realizar, mas os resultados indicam que parece haver um nível ótimo de heterogeneidade que permite maior complementaridade entre os membros, maior resistência às pressões pela uniformidade e maior criatividade no desenvolvimento da tarefa [60]. Porém, fatores como faixa etária e nível de escolaridade exercem grande influência no resultado do trabalho, por isso, quanto maior o desnível entre os componentes, menor resulta a taxa de cooperação e de equilíbrio.

Estudos indicam que o tamanho ótimo de um grupo de colaboração varia em função de vários fatores: necessidade de recursos para executar a tarefa (para um grupo grande são necessários mais recursos), habilidades colaborativas do grupo (se os membros do grupo têm poucas habilidades para trabalhar coletivamente, então o grupo deverá ser pequeno), o fator tempo, isto é, se é pouco o tempo disponível para a atividade, então o grupo deverá ser pequeno, e, por último, a natureza da tarefa a realizar [52].

Em geral considera-se que um grupo pequeno entre 4 e 7 membros é a melhor escolha, apesar de haver situações em que grandes grupos podem ser melhores, e outras em que pequenos grupos de 3 poderão ser ótimos. É recomendado considerar, no planejamento de atividades coletivas a distância, sessões com poucos participantes, ou então o tutor deve monitorar as sessões para que ninguém fique de fora do processo interativo [61], [103].

²⁶ Recomenda-se consultar: Halstead [43].

Características da tarefa

Algumas tarefas não permitem a ativação dos mecanismos para aprendizagem em grupo, enquanto outras, sim. Por exemplo, algumas tarefas são inerentemente distribuídas e levam o grupo a trabalhar individualmente; a interação só ocorre nestes casos quando se dá a junção dos resultados particulares; sem interação não se dá o disparo dos mecanismos que promovem a colaboração. Por outro lado, tarefas muito direcionadas não permitem desacordos; tarefas que não exigem planejamento não promovem regulação mútua; e algumas tarefas não podem ser divididas ou compartilhadas. Portanto, há que se avaliar corretamente que tarefas podem ser planejadas para serem desenvolvidas coletivamente e a distância e, portanto, garantir uma aprendizagem efetiva²⁷ durante a sua realização.

Características dos indivíduos

A criação de um espaço de trabalho compartilhado eletrônico requer conhecimento das propriedades dos espaços de trabalho do mundo real e também da maneira como as pessoas trabalham neles. Neste aspecto, os estudos de CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) e os relacionados às dinâmicas de grupos são muito importantes. Procura-se entender como as tecnologias computacionais podem ser projetadas para suportar uma colaboração efetiva entre os usuários e também buscar as melhores soluções ante a influência de importantes fatores, tais como: as características dos membros do grupo, sua coesão, as formas de comunicação e realimentação, o grau de satisfação com o trabalho realizado, as formas de atingir os compromissos, os estilos de aprendizagem, a personalidade, a base de conhecimentos iniciais, a motivação, entre outros, que influenciam na eficiência do trabalho em grupo.

²⁷ Aprendizagem efetiva é considerada aquela que, baseada nos interesses do aluno, traz bons resultados em relação às habilidades desenvolvidas e às facilidades para aplicar os conceitos recém aprendidos.

As teorias apontam para a necessidade de dar maior atenção às diferenças individuais dos alunos e, da mesma forma, dar acompanhamento individualizado à aprendizagem. Isto significa considerar aspectos do comportamento humano, como são as variáveis da personalidade, expressas nos traços do caráter, do temperamento, da autoconfiança, da iniciativa, da capacidade de adaptação, dos interesses e das atitudes em geral, assim como considerar as habilidades individuais manifestadas no sistema de inteligências [37].

A partir dos estudos sobre a influência das características dos indivíduos no processo de ensino-aprendizagem têm-se derivado, por exemplo, propostas de modelos específicos para cada aprendiz, usando o paradigma de estereótipos de aprendizes, no qual é construído um cenário pedagógico adequado às características de cada estereótipo.²⁸

Comunicação no grupo

A comunicação é a mais importante característica das atividades em grupo. Sem ela não há colaboração, pois é durante a comunicação que ocorrem as trocas de idéias, discussões e os conflitos entre vários participantes. A comunicação é perfeitamente garantida pelas ferramentas de comunicação síncronas ou assíncronas executadas nas redes de computadores. As síncronas permitem interação em tempo real, enquanto as assíncronas, em momentos diferentes.

Existem várias maneiras de classificar a comunicação. Em relação às formas utilizadas, Lima [59] propõe a seguinte classificação:

- Comunicação Linear: Cada membro se comunica com o outro formando uma cadeia simples de comunicação, o que significa em seqüência.

²⁸ Para uma discussão mais aprofundada sobre os estereótipos, recomenda-se consultar [26].

- Comunicação em Cadeias: Cada membro se comunica com dois membros, e assim sucessivamente.
- Comunicação em forma de Leque: Cada membro se comunica com todos de uma vez. Cada um espera sua vez.
- Comunicação Circular: Semelhante à comunicação Linear, mas a sequência é fechada, isto é, o primeiro que começou a comunicação recebe a comunicação do último membro da sequência.
- Comunicação Integral: Todos se comunicam com todos de uma vez.

Em relação aos meios de comunicação têm-se: texto, áudio, gráficos, imagens, vídeo, animação e a combinação de todos. O meio escolhido ou disponível para a comunicação do grupo deverá satisfazer as características do grupo, dos objetivos da atividade e das peculiaridades desta atividade que demandem um tipo de comunicação específico: síncrono ou assíncrono.

Também a interface gráfica constitui um meio importantíssimo, no qual se dá o processo de interatividade entre o homem e a técnica, isto é, entre o usuário e o computador e entre os vários usuários através do computador [55].

Conhecendo e controlando adequadamente as variáveis intervenientes, com certeza é possível obter bons resultados da aprendizagem colaborativa. Contudo, a experiência mostra que, na prática, conseguir que um grupo de estudantes se engaje num processo de aprendizagem colaborativa não é tarefa fácil. As variáveis comentadas anteriormente interagem freqüentemente umas com as outras, de maneira que resulta difícil estabelecer relações de causa e efeito na colaboração; por exemplo, o efeito da heterogeneidade do grupo não resulta igual para grupos de diferentes tamanhos nem para diferentes tarefas, ou as

características da tarefa variam conforme o tipo de meio de comunicação usado, e assim por diante.

A toda esta dificuldade se juntam as características específicas das ferramentas de aprendizagem colaborativas que, segundo o enfoque que destaquem, condicionam os papéis dos participantes, professores e alunos, e, a sua vez, cada papel pressupõe uma forma de interagir [45].

2.3.6. Papel do professor e dos alunos na aprendizagem em grupo

O novo paradigma de aprendizagem colaborativa envolve atividades de coordenação e de reflexão conjunta entre os participantes, alunos e professor²⁹, assim como também discussão e interação.

Papel do professor na aprendizagem em grupo

Em relação à metodologia educacional, como expressam Bordenave e Pereira [12], a maioria dos professores são autodidatas devido ao fato de que poucos tiveram a oportunidade de participar de cursos especializados de pedagogia.

No ensino a distância, ao contrário do que se acredita, a exigência sobre os aspectos pedagógicos são maiores. Isto demanda do professor maior domínio do conhecimento dos métodos e estratégias instrucionais, para adequá-los corretamente a cada situação específica de ensino; e, ainda, o uso deste modelo demanda mais tempo de preparação do material multimídia.

²⁹ O Professor: segundo Cortelazzo [22], é alguém que :

Sabe organizar um plano de ação pedagógica / Sabe preparar e organizar, concretizar e operacionalizar situações de aprendizagem / Sabe regular o desenvolvimento da situação de aprendizagem e é capaz também de avaliar esse desenvolvimento / Sabe gerenciar fenômenos operacionais / Sabe fornecer uma ajuda metodológica / Sabe fornecer a construção de projetos profissionais positivos pelos alunos nos diferentes níveis de escolaridade e, / Sabe trabalhar com parceiros.

O novo modelo a distância preconiza um papel diferente para o professor, que terá que assumir uma direção sábia e prudente para encurtar o espaço até os alunos, ficando mais próximo dos seus problemas e limitações dados os meios de comunicação empregados.

No caso específico do estilo de aprendizagem colaborativa, os professores deverão ser mais criativos ainda na busca de iniciativas para discutir os objetivos, traçar as estratégias, propor atividades e selecionar os recursos, sempre com idéias inovadoras, atualizados, e com adequado desenvolvimento social e profissional. O professor deverá evitar a posição central da sala de aula virtual. Deve assumir papéis de orientador, facilitador, guia, observador ou mediador, conforme o caso e a tarefa que estiver sendo realizada. Deverá exibir domínio muito maior, tanto da disciplina a ser ministrada como das ferramentas de apoio e dos métodos pedagógicos. No desempenho do seu papel, o professor deverá estimular o aluno à participação ativa no processo de aprendizagem, e a descobrir o conhecimento pela interação com o grupo e a tarefa. Este seria o tipo de professor ideal, sobre o qual se apóia o modelo de educação a distância [22], [36].

O processo de análise e de reflexão que se segue a qualquer atividade precisa da presença do professor como condutor e figura que esclarece as dúvidas e corrige os erros. O professor deverá estar preparado para inserir aspectos teóricos e práticos nas atividades de grupo e, segundo a sua função, desenvolverá algum papel dos apresentados na Tabela 2-2.

O sucesso do professor neste estilo de aprendizagem em grupo vai depender, em última instância, como expressam Bordenave e Pereira [12], da sua sabedoria na hora de organizar as atividades que facilitam a participação ativa e colaborativa dos alunos. Para isto, podem ser utilizadas determinadas técnicas de eficácia comprovada no trabalho em grupo, apresentadas na Tabela 2.4 .

Tabela 2-2: Papéis do professor na aprendizagem colaborativa [22].

Papéis do professor	Funções do professor assumindo cada papel
Imperativo	Indicar os objetivos que devem ser alcançados e guiar o processo de aprendizagem
Facilitador	Indicar os objetivos, as metas e a resolução de problemas. Atuar como provedor de informação no momento em que o aluno precisa verificar o conhecimento gerado por ele ou pelo grupo em que participa.
Estudante	Atuar como estudante no processo de resolução de problemas e geração de conhecimentos. Não intervir como verificador da informação, senão como fornecedor de material, como os outros alunos participantes da atividade. Possivelmente poderá participar com outro papel no final da atividade para ajudar nas conclusões.
Observador	Não intervir. Mas, sim, acompanhar o processo de raciocínio dos alunos e esperar que estes finalizem a atividade, para, então, assumir outro papel, como, por exemplo, o de finalizador.
Finalizador	Colaborar no momento de finalizar a atividade de instrução com o propósito de esclarecer a estratégia que levou à solução. Pode agregar conhecimento próprio para enriquecer o resultado da prática dos alunos.
Gerenciador	Fazer o papel de gerenciar a discussão ou prática dos alunos, por exemplo, os alunos podem mudar os seus papéis por vontade própria, ou por recomendação do professor diretor.

Papel dos alunos na aprendizagem em grupo

Os métodos tradicionais de ensino situam o aluno numa posição de inferioridade e de dependência em relação ao professor, avaliador do conhecimento aprendido. E como expressam Bordenave e Pereira [12], os alunos são: “[...] *passivos apesar do desejo de independência; sem o hábito de estudar ou de pensar por sua conta; [...] esperam receber tudo esmiuçado; [...] são muito numerosos para as instalações disponíveis e em turmas bastante heterogêneas [...]*”

Ao contrário, os novos métodos pedagógicos, condicionados ao avanço da tecnologia das comunicações e da informação, colocam o aluno numa posição de pesquisador constante, capaz de permanecer em contato direto com a realidade, por meio das experiências reais ou simuladas, assumindo papéis diferentes em relação ao uso das ferramentas colaborativas.

Os papéis são determinados pelo conjunto de privilégios e responsabilidades atribuídas a uma pessoa na realização de uma atividade, durante um período de tempo. Em um grupo os membros podem ter diferentes papéis em função das posições ou posturas por eles assumidas, tais como: autor ou editor, emissor ou receptor, orador ou ouvinte, supervisor ou subordinado. Entre os membros, os papéis são trocados de maneira natural, e estão muito relacionados com a personalidade e o estilo pessoal dos participantes para assumir as tarefas. Isto é, cada um pode assumir um papel em função do seu interesse e da sua experiência em relação ao assunto de estudo ou trabalho [31], [61].

Os tipos de papéis que os membros de um grupo qualquer podem assumir são quatro, segundo Kantor *apud* Marca [61]: ativo, opositor, seguidor e espectador. Porém, para os grupos que agem colaborando, podem ser observados outros tipos na Tabela 2-3.

Contudo, o que importa é que os grupos podem perder grande parte do seu potencial criativo e das suas habilidades para resolver problemas, sempre que os membros estejam restritos a papéis determinados, sem liberdade para trocá-los ou manifestar-se com espontaneidade [79].

Desta maneira, se poderia pensar na existência de vários tipos de alunos e professores no processo de aprendizagem por meio de ferramentas e ambientes colaborativos, assumindo papéis diferentes e formas diferentes de interação.

Por outro lado, a tecnologia também joga um importante papel na aprendizagem colaborativa mediada por computador. Ela se comporta como um elemento facilitador da comunicação, que dá suporte ao trabalho em grupo nas tarefas de aprendizagem. Além disso, os recursos de informática disponíveis permitem registrar, monitorar e intervir nos processos

de trabalho e aprendizagem, o que facilita estabelecer modelos que possibilitam analisar esses registros, e sobre essa análise melhorar o processo colaborativo.

Tabela 2-3: Papéis dos alunos em ambientes colaborativos [68].

Papéis do aluno	Descrição de cada papel
Monitor	O aluno assume um papel delegado pelo professor. Ele deve afirmar e conduzir idéias além de gerenciar a atividade de instrução.
Líder de grupo	O aluno deve coordenar as tarefas de cada grupo, distribuir responsabilidades e fazer conclusões parciais antes de apresentá-las ao professor.
Membro	Corresponde ao papel do aluno típico que colabora com suas idéias, para atingir os objetivos e concluir a atividade.
Espectador ou inativo (2.3.2)	Postura passiva, que se pode esperar de um aluno que não participa das atividades ativamente. Este tipo de aluno deve ser detectado e oferecida alguma motivação para mudar sua atitude.
Expositor	O aluno deve compartilhar sua experiência relacionada com a atividade, com todos os membros do grupo. Deve ter domínio da conversação enquanto os outros escutam e preparam suas dúvidas.
A favor e contra	Existem atividades em que, para discutir sobre um assunto, distribuem-se papéis tipo a favor e contra, para os quais o grupo de alunos é dividido em duas partes, e cada uma deve defender a sua posição com argumentos válidos (ver também “pensamentos divergentes” em 2.3.4).
Organizador da informação	Este papel atribui ao aluno a função de ser a memória do grupo. Para tanto, o aluno deve registrar e organizar a informação que se produz durante a realização da atividade, sem deixar de participar dela como um membro a mais do grupo. Contudo, a memória do grupo também pode ser implementada para a execução automática.

2.4. Técnicas de trabalho em grupo

O estilo de aprendizagem colaborativa apóia-se em técnicas que permitem organizar as atividades de aprendizagem de maneira que facilitem a participação e a aprendizagem dos membros do grupo.

As técnicas estão diretamente relacionadas aos objetivos específicos do processo ensino-aprendizagem. Portanto, a escolha de uma técnica, é definida em primeiro lugar, pelo objetivo da atividade de aprendizagem, embora sejam considerados outros elementos, como a área de conhecimento e o nível de instrução e preparação dos alunos.

As principais e mais conhecidas técnicas de aprendizagem em grupo, e a utilização delas em função da situação de aprendizagem específica, são apresentadas a seguir, na Tabela 2-4.

Para cumprir vários objetivos instrucionais de uma só vez, é possível utilizar outras técnicas, inclusive combinações e adaptações das listadas na própria tabela. Porém, não é propósito deste trabalho detalhar as técnicas mencionadas. Para mais informações podem ser consultados Bordenave e Pereira [12], [62].

Tabela 2-4: Técnicas de aprendizagem em grupo³⁰.

Técnicas recomendadas	Situações de aprendizagem	Usar a técnica nos casos em que é necessário:
Times de observação ou livre discussão.	Dar aos alunos numa classe numerosa ocasião de participar, seja formulando perguntas, seja formulando respostas e perguntas, ou expressando opiniões e posições.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Discutir problemas e examinar soluções. ◆ Explorar novas possibilidades, assegurando idéias dinâmicas e novas que poderão ser aproveitadas. ◆ Tomar decisões cujo cumprimento não seja urgente. ◆ Avaliar o processo do grupo.
Phillips 66	Método difundido por J.D. Phillips, aplicado a pequenos grupos formados de 6 membros que discutem um assunto durante 6 minutos e depois apresentam suas conclusões. Esta característica não é rígida, podendo o grupo alterar tanto o número como o tempo, de acordo com a conveniência.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Obter informações do grupo sobre seus interesses, problemas etc. ◆ Levantar dados e sugestões dos participantes para aproveitamento no planejamento de atividades, programas, diretrizes. ◆ Criar um clima de receptividade que facilite o aprendizado. ◆ Analisar e buscar soluções para problemas. ◆ Maior participação operativa e efetiva de todos os membros do grupo.
Grupos pequenos de integração vertical/horizontal	Os alunos devem se aprofundar em um tema ou problema por meio da discussão chegando a conclusões de consenso. É um método extremamente informal que garante a participação quase total, sendo de fácil organização.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Comentar, apreciar e avaliar, rapidamente, um tema exposto. ◆ Sondar a reação do grupo, saber o que ele quer. ◆ Obter maior integração do grupo. ◆ Criar o máximo de oportunidades para a participação individual.
Grupos de verbalização e observação	A idéia é desenvolver a capacidade de observação e crítica do desempenho grupal. Uma parte da classe forma um círculo central para discutir um tema (Grupo de Verbalização – GV), enquanto os outros alunos formam um círculo maior ao redor para observar (Grupo de Observação – GO) para depois fazer comentários sobre o comportamento do GV e dos assuntos discutidos. Posteriormente, os papéis dos grupos podem ser invertidos.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Introduzir um novo conteúdo. ◆ Concluir o estudo de um tema. ◆ Discutir um problema e sua solução. ◆ Estimular a capacidade de observação e julgamento de todos os participantes. Para isso cada participante do GO deve cumprir um papel na observação, buscando encontrar aspectos positivos e negativos na objetividade do GV. ◆ Levar o grupo a um consenso geral. ◆ Desenvolver habilidades de liderança.

³⁰ <http://www.ebdWeb.com.br/ensino/introducao1.htm>

(continuação Tabela 2-4)

Técnicas recomendadas	Situações de aprendizagem	Usar a técnica nos casos em que é necessário:
Tempestade de idéias. ("brainstorming")	Os alunos falam o que vem à mente sobre um assunto. As frases são anotadas na lousa e o professor prossegue com a aula associando as anotações ao assunto em estudo. O objetivo é produzir grande quantidade de idéias em curto prazo, com alto grau de originalidade e buscando a máxima desinibição entre os alunos. Seleccionam-se por consenso as idéias que melhor resolvam o problema.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desenvolver a criatividade ◆ Ver as mil e uma soluções de cada problema. ◆ Desenvolver a capacidade de iniciativa e liderança. ◆ Liberar bloqueios de personalidade. ◆ Criar um clima de otimismo no grupo.
Pergunta circular	Todos os alunos devem expressar suas opiniões sobre uma mesma idéia num processo de encadeamento. Oferece oportunidade ao raciocínio rápido e à comprovação do entendimento do assunto.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Agilizar o raciocínio individual. ◆ Reforçar o conteúdo de um assunto. ◆ Comprovar o entendimento e os pontos falhos. ◆ Dar oportunidade a todos de expressarem seu entendimento ou dúvida. ◆ Estimular o raciocínio encadeado.
Painel	Deverá ser estudado ou analisado um tema por um pequeno grupo de especialistas ou interessados, para ilustração dos demais.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Despertar o interesse do grupo para um tema. ◆ Discutir um grande número de questões, num curto espaço de tempo. ◆ Apresentar diferentes aspectos de um assunto complexo. ◆ Aproveitar a experiência de alguns membros do grupo. ◆ Conseguir detalhes de algum assunto ou problema.
Simpósio	Os alunos deverão apresentar diversos aspectos de um mesmo tema ou problema para fornecer informações e esclarecer conceitos. Não é necessário interação entre os participantes.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Obter informações ordenadas sobre os diferentes aspectos de um tema. ◆ Apresentar fatos, informações, opiniões etc. sobre um mesmo tema. ◆ Permitir a exposição sistemática e contínua acerca de um tema.
Círculo de estudos	Os alunos deverão meditar coletivamente sobre um tema importante com a ajuda de obras e pessoas para consulta, a fim de chegar a uma tomada de posição.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Precisar estimular o raciocínio encadeado. ◆ Desejar reforçar o conteúdo de um assunto. ◆ Obter dados sobre o nível de informação e compreensão individual do assunto. ◆ Estimular o interesse do grupo sobre o tema e a participação de todos os membros. ◆ Discutir grande número de questões em pouco tempo.

(continuação Tabela 2-4)

Técnicas recomendadas	Situações de aprendizagem	Usar a técnica nos casos em que é necessário:
Debate Painel de oposição	Deverão ser treinadas pessoas com idéias opostas em relação a um tema polêmico, para que, a partir da confrontação entre elas, surjam subsídios para orientar as opiniões do público presente (o restante alunos). A discussão é informal, mas as respostas devem ser dadas com a máxima precisão. O desenvolvimento do assunto baseia-se na interação entre o painel e a oposição.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dinamizar o grupo. ◆ Desenvolver a capacidade de pensar e raciocinar logicamente. ◆ Procurar entender o ponto de vista de outra pessoa. ◆ Ensinar a saber vencer e a saber perder. ◆ Desenvolver a capacidade de aceitar pontos de vista contrários. ◆ Desenvolver a capacidade de argumentação lógica. ◆ Convencer determinado tipo de pessoa de que sua posição é mais sólida emocionalmente do que racionalmente. ◆ Desenvolver a imparcialidade de julgamento.
Estudo de casos	Tem por objetivo desenvolver a capacidade analítica do aluno e prepará-lo para enfrentar situações complexas, mediante o estudo coletivo de situações reais ou fictícias. Este método é muito utilizado em escolas e em empresas. O caso de estudo é levado à reunião de debates, a fim de que as opiniões e as informações favoreçam seu melhor entendimento.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Examinar casos com soluções objetivas, e que não sejam nem muito longos, nem muito complexos. ◆ Motivar uma análise do caso, que levará o grupo a tomar uma decisão e realizar uma ação. ◆ Desenvolver uma proveitosa abordagem do estudo de uma situação específica.
Dramatização/ Sociodrama/ Psicodrama	O objetivo é desenvolver a empatia ou a capacidade de desempenhar os papéis dos outros, e de analisar as situações de conflito.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desenvolver a capacidade de relacionamento com outras pessoas pela da compreensão da natureza do comportamento humano. ◆ Facilitar a comunicação mostrando, e não falando. ◆ Criar no grupo uma atmosfera de experimentação e de possível criatividade. ◆ Despersonalizar o problema dentro do grupo. Quando apresentado em cena, abstraídas as personalidades dos executantes reais, há maior liberdade de discussão.
Seminário	Um aluno ou grupo de alunos prepara um tema para apresentá-lo à classe, de forma expositiva e formal. É permitida a conversação entre o apresentador e o restante alunos. A idéia é pesquisar diversos aspectos de um problema e colocar os resultados em comum. Recomenda-se um grupo de 5 a 12 com nível similar de conhecimentos e interesses.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Levantar problemas e estimular a discussão em torno de um tema. ◆ Conduzir a conclusões pessoais, não levando necessariamente a conclusões gerais e recomendações. ◆ Estudar em grupo idéias, opiniões e sugestões de interesse de um determinado grupo. ◆ Propiciar a troca de experiências entre grupos com um mesmo interesse ou conhecimento.

(continuação Tabela 2-4)

Técnicas recomendadas	Situações de aprendizagem	Usar a técnica nos casos em que é necessário:
Estudo orientado em equipes	O objetivo é desenvolver a capacidade de estudar um problema em equipe, de forma sistemática.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Apresentar informações para o grupo. ◆ Introduzir um conteúdo novo dentro do programa. ◆ Motivar a interpretação minuciosa de textos, rotinas etc.
Diálogos sucessivos	O objetivo é debilitar o dogmatismo e aumentar a flexibilidade mental mediante o reconhecimento da diversidade de interpretações sobre um mesmo assunto.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Motivar a intercomunicação entre pessoas ou entre grupos. ◆ Treinar e “disciplinar” o pensamento. ◆ Treinar o questionamento. ◆ Treinar a habilidade em responder questões. ◆ Desenvolver a capacidade de argumentação. ◆ Desenvolver a capacidade de síntese e de ordenação do pensamento.
Laboratório (<i>Workshop</i>) Aprendizagem Baseada em Problemas (2.4.1)	Os alunos devem aprender fazendo e resolvendo problemas com a intervenção de recursos humanos competentes e o benefício da discussão grupal. Os grupos devem ser pequenos; o ideal seria de 5 a 7 membros. A aprendizagem é centrada no aluno e não no professor, que deve ser um facilitador do processo, e não uma autoridade.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Estimular a aquisição de novos conhecimentos, valores, atitudes e habilidades com base em problemas reais. ◆ Desenvolver a capacidade de auto-aprendizagem e de aprender a aprender ◆ Desenvolver a capacidade de análise, síntese e avaliação dos alunos. ◆ Desenvolver a capacidade de identificar e resolver problemas. <p>Exemplo de utilização desta técnica em universidades de diferentes países: http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/red/3/ejemplos_abp.html</p>
Método de projeto (2.4.2)	Tem por objetivo que os alunos aprendam a trabalhar em equipe na solução de problemas relacionados com as situações reais do mundo profissional.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Favorecer a retenção dos conteúdos ao facilitar a compreensão lógica do problema a resolver. ◆ Estimular uma aprendizagem investigativa e orientada à ação. ◆ Estimular os alunos a tomar suas próprias decisões e aprender a atuar de forma independente. ◆ Fortalecer a autoconfiança dos alunos. ◆ Fomentar uma aprendizagem centrada no aluno e orientada a um produto como resultado final. ◆ Focar a aprendizagem orientada a processos: aprender a aprender, aprender a ser, aprender a fazer, aprender a conviver em grupo. ◆ Fomentar uma aprendizagem integral, holística.

A partir do levantamento bibliográfico convencional e digital, observou-se que, para disciplinas e cursos relacionados com a Engenharia (área de interesse deste trabalho), as técnicas mais usadas são: o **método de Projeto**, também chamada aprendizagem orientada a projetos, e a **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. Isto se justifica pelo fato de ser a Engenharia uma área factível de integração do conhecimento e de geração de atividades de aprendizagem práticas. Portanto, essas técnicas são aplicáveis às disciplinas associadas aos cursos de graduação, pós-graduação e especialização, coordenados pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores – LARC, da EPUSP, onde é realizada esta pesquisa.

Interessante esclarecer que a sigla ABP é, com frequência, utilizada tanto para a Aprendizagem Baseada em Projetos como para a Aprendizagem Baseada em Problemas. Porém, é necessário destacar que são dois tipos de aprendizagem diferenciados, pois a Aprendizagem Baseada em Problemas focaliza a solução de um problema específico associado a uma área do conhecimento também específica, e é centrado em aprender; enquanto a Aprendizagem Baseada em Projetos representa uma categoria de aprendizagem mais ampla, que utiliza freqüentemente técnicas de aprendizagem baseadas na investigação, para solucionar um problema centrado em aprender fazendo. Sua principal característica é adentrar outras áreas que não são parte do problema, dando um caráter holístico ao processo de aprendizagem.

A seguir, uma breve caracterização de cada técnica, com destaque para a Aprendizagem Baseada em Projetos, por ser a mais adequada à Engenharia em relação a aprender fazendo.

2.4.1. Aprendizagem Baseada em Problemas

Em geral, a ABP³¹ pode ser caracterizada como um conjunto de problemas cuidadosamente preparados pelo professor e apresentados a um grupo pequeno de alunos. Esses problemas descrevem situações ou fenômenos observados na vida real. A tarefa do grupo consiste em discutir esses problemas até entender a natureza deles, afim de conseguir propor uma ou um conjunto de soluções apropriadas.

Comumente, no processo de aprendizagem tradicional o professor primeiro expõe a informação e logo busca sua aplicação na resolução do problema. No caso da ABP, primeiro se apresenta o problema para, logo depois, identificar-se as necessidades de aprendizagem. Busca-se informação complementar e, finalmente, retorna-se ao problema. Isto é, a ABP tem um enfoque indutivo, pois a partir do estudo de situações o aluno consegue construir suas próprias teorias relacionadas com o fenômeno de interesse. Por outro lado, a ABP também tem um enfoque holístico, pois cada problema reflete situações da vida real que envolvem fenômenos complexos.

A ABP pode ser considerada uma técnica didática, pois ela tem uma seqüência bem definida de passos que o grupo de alunos deve seguir na execução da tarefa. Vista assim, a ABP enfatiza que não é importante obter a solução de um problema específico, mas o mais importante é o processo de construção de conhecimentos, que acontece na busca da solução, e o processo colaborativo, por meio de diálogos entre os membros do grupo [1].

Dentre as vantagens destacadas por este método, a mais visível é a ênfase dada ao significado, não aos fatos. Por outro lado, este método requer muita preparação por parte do professor, sendo o desenho dos cenários, onde se insere o problema, um aspecto bastante crítico, porque devem ser suficientemente motivadores para estimular a aprendizagem do

³¹ Conhecida em inglês pelas siglas PBL (*Problem Based Learning*).

aluno, além de estarem relacionados com situações do mundo real. Ademais, para utilizar este método é necessário assumir responsabilidades e ações que não são comuns no ambiente de aprendizagem tradicional.

2.4.2. Método de Projeto

Um projeto para nosso estudo é considerado como um conjunto de tarefas planejadas para serem realizadas, em uma situação real ou em uma situação simulada, com o objetivo de criar um serviço ou um produto único. Essas tarefas não podem ser isoladas e desconectadas, mas devem compor um fluxo necessário à execução do projeto. A composição deste fluxo estará determinada pelas características pedagógicas utilizadas pelo professor, pelas características específicas do projeto e pelas características do grupo [51].

Do ponto de vista instrucional, o método de projetos é geralmente considerado como aquele pelo qual os alunos desenvolvem independência e responsabilidade, além da prática social e modos democráticos de comportamento. Este método foi definido em detalhes pela primeira vez pelo psicólogo William Heard Kilpatrick (1871-1965), que publicou em 1918 o artigo "*The Project Method*".³² Ele é um método academicamente rigoroso, e demonstra que a aquisição de conhecimentos é um processo dinâmico, complexo e contínuo.

A utilização deste método para o estilo colaborativo de aprendizagem tem como objetivo fundamental que o processo de aprendizagem no aluno aconteça por meio da ação, da interação no grupo e da integração de conhecimentos de diferentes áreas, isto é, que o aluno aprenda fazendo, interagindo e utilizando tudo o anteriormente aprendido, tal como preconizam as teorias de aprendizagem: Comportamentalismo, Construtivismo e Cognitivismo (2.3.1).

³² <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>

Desta forma, o aluno aprende a aprender, além do que, aprende a adquirir uma metodologia apropriada para enfrentar e solucionar problemas similares aos que vai ter que resolver futuramente na vida profissional.

Tudo isto argumenta a importância da utilização do Método de Projeto na aprendizagem em grupo da Engenharia, o que é bem fundamentado por especialistas da área, que têm comprovado que este método reforça e enriquece as estruturas de conhecimento do aluno, ao permitir aprender Engenharia fazendo Engenharia [11].

Na realização de um projeto, primeiro deve-se cuidar do seu planejamento. Para isto, o trabalho deve ser desmembrado em atividades e definido o relacionamento entre elas, o que se consegue definindo os objetivos, os papéis dos participantes, a interdependência entre eles, as regras de participação e comunicação, os produtos gerados durante o processo, o produto final e as ferramentas e recursos de apoio.

O planejamento do projeto deve envolver variados conteúdos de um mesmo curso ou de vários cursos correlatos, com o objetivo de integrar áreas do conhecimento, permitindo assim que os alunos percebam a relação que existe entre as diversas matérias. Também deve-se cuidar para que o projeto facilite a busca de soluções abertas, de maneira que o aluno tenha liberdade de gerar conhecimentos novos [46],[49],[67].

A utilização do método de projeto no planejamento de uma aplicação colaborativa a distância exige a realização e adaptação das etapas descritas a seguir [71], [80].

2.4.2.1. Etapas de um Projeto

ETAPA 1: ESPECIFICAÇÃO DO PROJETO

Este passo inicial é responsabilidade do professor ou especialista, porém, é importante levar em conta os anseios dos alunos, dando-lhes alguma ou total participação no processo de

especificação das atividades envolvidas no projeto. É importante que o planejamento do projeto seja flexível, de modo que o tempo e as condições para desenvolvê-lo sejam sempre reavaliados em função dos objetivos propostos, dos recursos, da disposição do grupo e das circunstâncias que envolvem o projeto. Esta etapa é composta de vários passos, a seguir detalhados.

- **Identificação do problema:** Neste primeiro passo, deve ser identificado e representado o problema a resolver ou a tarefa a desenvolver. Também deve ser avaliada a relevância do projeto no contexto do curso ou disciplina em que surgiu. Para isso, devem ser determinadas as prioridades das necessidades de aprendizagem, e identificados os conteúdos envolvidos, assim como relacioná-los com situações da vida real.
- **Formulação dos objetivos:** Devem ser corretamente formulados os objetivos acadêmicos da aplicação colaborativa e relacioná-los com os resultados esperados.
- **Planejamento da execução:** Neste passo é necessário planejar a sequência de atividades envolvidas na execução da aplicação colaborativa específica. Para isso, deve ser inicialmente dividido o projeto em subetapas de execução e suas respectivas atividades, de modo que cada uma tenha um objetivo e uma solução intermediária. As atividades devem conseguir responder às perguntas colocadas na formulação dos objetivos, e devem ser estruturadas de forma tal, que nenhum aluno possa se ancorar nos esforços de seus colegas de grupo.
- **Seleção das estratégias:** Em função dos objetivos e da aplicação colaborativa a executar, devem ser selecionados os procedimentos ou técnicas que podem ser utilizados em cada uma das atividades, visando a obtenção da solução.

- **Formação dos grupos:** Especificar a quem está dirigido o projeto, escolhendo o critério para compor um grupo.
- **Cronograma de execução:** Deve ser especificado o tempo estimado para a realização de cada uma das tarefas e da conclusão da aplicação colaborativa, isto é, datas especificadas do começo e do fim, e dos prazos intermediários.
- **Especificação dos recursos:** Devem ser devidamente determinados os recursos materiais, técnicos, econômicos e humanos necessários e disponíveis para a solução da aplicação colaborativa.
- **Planejar exemplos:** Com vistas a ensinar de forma breve o modo de utilizar o método de projetos para a execução da aplicação colaborativa, deve ser criado um demo ou exemplo que represente sucintamente a aplicação.
- **Coordenação:** Devem ser planejados mecanismos de controle das interações e o processo de tomada de decisões nas etapas de busca de soluções parciais (intermediárias).
- **Avaliação:** Devem ser escolhidas as formas de avaliação das competências técnicas e pessoais adquiridas pelos membros do grupo, assim como a qualidade do produto que resultou na execução do projeto.

ETAPA 2: EXECUÇÃO DO PROJETO

Esta etapa inclui as ações a serem executadas pelo grupo de forma colaborativa e mediadas pelo professor em algumas ocasiões. Aqui, o professor deve estar sempre estimulando a busca de novos conhecimentos e atento a novos problemas que poderão surgir. As principais atividades são:

- Coletar a informação necessária para gerar uma solução ou para realizar as tarefas.
- Seguir a ordem das atividades programadas e o cronograma previsto, com certa autonomia e independência por parte dos membros do grupo.
- Cada etapa envolve comunicação, negociação, resolução de conflitos, tomada de decisões individuais e coletivas e registro das soluções parciais.
- O processo de buscar as soluções intermediárias produz informação e cria conhecimento, que tem influência na redefinição das posteriores etapas.
- Para cada atividade, tarefa ou parte do projeto, deve ser repetido o conjunto anterior de ações.
- Identificar se as perguntas elaboradas nos objetivos foram respondidas com as soluções e resultados da execução das atividades do projeto.

ETAPA 3: DOCUMENTAÇÃO

Esta etapa é de muita importância. Nela se registra, no formato escolhido pelo grupo e/ou pelo professor, todo ou parte do processo de aquisição de conhecimentos que resulta na execução do projeto. Este registro é relevante com vistas a compartilhar esse conhecimento com outros grupos e para posteriores consultas.

As possibilidades de execução de um projeto em colaboração são representadas na Figura 2-4, em que cada grupo individualmente pode executar um projeto específico, ou cada grupo é responsável pela busca da solução de partes diferentes de um único projeto, ou cada grupo executa um mesmo projeto que admite soluções variadas, e todos podem compartilhar as próprias experiências ocorridas no processo de busca da solução com os outros grupos.

Figura 2-4: Execução de projetos em colaboração e entre diferentes grupos.

As atividades envolvidas nesta etapa são as seguintes:

- Criação da memória de grupo no início da execução do projeto.
- Atualização da memória de grupo durante todo o processo; pode ser feita pelo sistema ou manualmente pelos membros do grupo.
- Concluir a memória de grupo. Deve ser feito pelo grupo, devendo-se registrar as informações significativas: arquivos descritivos, correspondência por e-mail,

avaliações pessoais e de grupo a respeito de todo o caminho seguido na construção do conhecimento, que representa o alvo da realização do projeto.

ETAPA 4: AVALIAÇÃO E CRÍTICAS

É importante que a avaliação seja tanto individual como coletiva, e que envolva a avaliação do produto, do processo de execução e da participação dos alunos.

ETAPA 5: PUBLICAÇÃO

Esta etapa envolve a comunicação e divulgação dos resultados, tanto para o professor como para os membros de outros grupos. É a forma de compartilhar as experiências e o conhecimento produzido, de forma individual ou pelo grupo, com outros interessados no assunto.

A apresentação do produto ou dos resultados do processo pode se dar por duas formas de comunicação, porém, as possibilidades de divulgação são inúmeras e estão relacionadas à natureza do Projeto de Trabalho desenvolvido.

- De forma síncrona: pode ser propiciada uma discussão em busca de soluções para as dificuldades surgidas no processo de execução do projeto, e/ou focalizando os aspectos positivos observados no processo colaborativo.
- De forma assíncrona: pode ser marcado um encontro num fórum para discutir os resultados.

Todas estas etapas descritas para um projeto qualquer, podem ser representadas de forma esquemática, como na Figura 2-5 .

Figura 2-5: Etapas de um projeto.

2.5. Interatividade nos grupos

Interatividade com o uso da tecnologia da informação e das comunicações significa, segundo Silva [95], uma condição revolucionária e inovadora. Esta revolução vem acontecendo desde os anos 1980, de maneira crescente. Hoje é conhecida como a indústria da interatividade, na qual o termo interativo é utilizado para qualificar qualquer coisa cujo funcionamento permita ao seu usuário algum nível de participação ou troca de ações.

Segundo a teoria de Vygotsky, para que um indivíduo possa deduzir determinados conceitos e conhecimentos, faz-se necessário que haja interação com os objetos do ambiente, propiciando o desenvolvimento de esquemas mentais que possibilitem o aprendizado, ao

permitir o confronto de diferentes pontos de vista, o intercâmbio de habilidades e estratégias, além das reflexões sobre o assunto para induzir uma regra ou uma generalização.

Durante o processo de aprendizagem mediada pela tecnologia das comunicações e da informação, o aluno interage com vários elementos: outros alunos, o professor ou orientador, o coordenador ou monitor, as ferramentas disponibilizadas no ambiente de trabalho virtual, tanto as síncronas como assíncronas, o material de aprendizagem (o conteúdo propriamente dito), e outras fontes de informação (Figura 2-6).

O grau de interação entre esses elementos, permitido num ambiente de colaboração, é determinado pelas tecnologias usadas, isto é, pelo tipo de comunicação síncrona ou assíncrona [100].

A utilização do computador, como ferramenta de comunicação nos processos de interatividade entre os membros de um grupo, permite tornar ativos os participantes, os quais podem consumir e distribuir informação e construir novos conhecimentos.

Figura 2-6: Interação do aluno no processo de ensino a distância (adaptada de [100]).

Num processo interativo através do computador, o emissor e o receptor intercambiam seus papéis constantemente, permitindo que o processo educativo não se realize a partir da interação de “A” para “B”, ou de “A” sobre “B”, mas sim de “A” com “B”, isto é,

em conjunto e trocando papéis. Para isso, o professor deve estimular a interatividade num processo de aprendizagem coletivo, em função dos objetivos do tema, de forma planejada e coordenada. Deve buscar a interação por meio de questões dirigidas, colocações provocativas e direcionamento da discussão no grupo, assim como colocar metas para a atividade [22], [41], [96], [100].

Recomenda-se a leitura dos trabalhos de Khalifa et al. [54] e Sims [97], que apresentam uma análise sobre o papel e função da interatividade na aprendizagem através do computador, e a relação da interatividade com as teorias de aprendizagem e os elementos construtores de interatividade, tais como: os alunos, o conteúdo, a pedagogia e o contexto.

2.5.1. Percepção

O reconhecimento e a percepção da atividade de outros alunos é uma questão muito importante na interação entre os membros do grupo que trabalham a distância. Por isso ela tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores. Sem uma adequada percepção, os participantes terão dificuldades para medir a qualidade de seu próprio trabalho com relação aos objetivos e ao progresso do grupo, assim como dificuldades para saber o que fazer para prosseguir seu trabalho.

O conceito de percepção quase sempre é associado aos sistemas em que a interação não acontece face a face, dada a distância física que estabelece a comunicação entre os membros do grupo.

Entende-se por percepção toda a informação sobre o grupo e suas atividades passadas e presentes, que oferece a sensação de trabalho em grupo presencial, independentemente da

distância. Este conceito é amplamente conhecido pelo termo em inglês *awareness*.³³ Ele constitui o ponto vital para o trabalho colaborativo, sem o qual o processo de colaboração perde qualidade, eficiência e coordenação.

A maneira como se obtém a percepção é fornecendo informação, que é interpretada pelo usuário em função do objeto da informação e dos seus requerimentos. Por exemplo, oferecendo mecanismos de localização de objetos, tais como mapas conceituais e menus de opções, além de janelas de integração de aplicações úteis na comunicação e execução do trabalho compartilhado etc. Tudo isso pode ser conseguido com o auxílio de cores, comentários, ícones, metáforas e mecanismos para identificar ações, significados e serviços.

Dependendo do objeto de informação, têm-se duas classificações: percepção de usuários e percepção de dados.

- **A Percepção de usuários:** Oferece informação sobre os membros do grupo. Por exemplo, informar os membros que estão conectados e o que eles estão fazendo.
- **A Percepção de dados:** Oferece informação relacionada com as mudanças realizadas sobre os dados.

Também existe a percepção correspondente ao conhecimento compartilhado pelo grupo. Esta percepção pode ser oferecida por meio de vídeo, texto ou gráficos.

Dependendo de como é obtida a informação, a percepção pode ser classificada como **implícita** ou **explícita**. A implícita dá-se mediante câmaras de vídeo, viva-voz, sensores, teclados, mouse ou qualquer método que não precise da introdução explícita de informação

³³ Amplamente conhecido pelo termo em inglês *awareness*, utilizado para referenciar a capacidade de ser ou de estar consciente do que se faz. Em uma tradução livre, significa estar muito envolvido, ligado àquilo que está em nós, em nosso contexto e ao nosso redor.

sobre o usuário. A percepção explícita é dada pelos usuários por meio de formulários, calendários de horário, avisos, como, por exemplo: “não incomodar”, “estou saindo” etc.

A decisão de escolher e oferecer um tipo de percepção depende das situações que favoreçam o sistema colaborativo que se deseja implementar, assim como da sua estrutura e organização.

Segundo Pérez [79] e Gerosa [38], em todo ambiente devem ser feitas perguntas (ver Tabela 2-5) para conseguir identificar quais elementos deveriam ser conhecidos pelos usuários para perceber a situação existente e proporcionar um bom entendimento entre todos. Essas perguntas estão associadas aos aspectos que garantem uma representação eficiente³⁴ do mundo real [86].

³⁴ Representar conhecimento é facilitar a tradução do pensamento e das idéias dos participantes de interações em ambientes cooperativos. Refere-se a como priorizar os aspectos de percepção de acordo com as necessidades específicas de cada aplicação e recursos computacionais limitados. Existem protocolos para a *Web*, em fase de desenvolvimento, com o objetivo de indicar a presença de usuários para outros usuários *Web* [86].

Tabela 2-5: Perguntas que definem a percepção nos sistemas síncronos e assíncronos (adaptado de McDaniel, *apud* Pérez [79]).

Aspectos de percepção	Características	Perguntas	Respostas na comunicação Síncrona	Respostas na comunicação Assíncrona
Presença	Todos os usuários devem saber quem está presente no ambiente.	Quem?	Alguém que esteja participando na sessão, Alguém que esteja disponível,	Alguém que fez determinada ação, mudança ou introdução de parâmetros.
Identidade	No ambiente estão presentes vários tipos de objetos: os usuários têm que ser diferenciados dos objetos e nos ambientes virtuais, e também dos outros usuários.			
Atividade	Representar para cada usuário, que tipo de atividade está realizando em cada momento (observando, falando, alterando parâmetros etc.).	Quê?, Qual?	Algo que estejam fazendo os outros membros do grupo durante a sessão compartilhada. Alguma informação própria é enviada para os outros.	Alguns dados foram enviados para os outros.
História de atividades	Registrar os eventos significativos sobre a presença dos usuários no ambiente, por exemplo, quem esteve presente e o que fez.	Quando?, Quem?, Que?	Momento em que os documentos ou objetos compartilhados estão sendo usados por outros.	Momento em que os objetos compartilhados têm sido mudados por outros. Momento em que os outros têm enviado mensagens.
Disponibilidade	Indicar se o usuário está disponível para realizar algum tipo de interação, para evitar situações de frustração de outros usuários, que tentam estabelecer interação com um usuário que, contudo, está representado no ambiente, mas não está realmente presente.			
Localização	Válido para os sistemas virtuais, onde a orientação física dos usuários é necessária para a interação entre eles.	Onde?	Local em que se encontram os outros membros.	Local em que estão as mensagens enviadas
Objetivos	Cada ação realizada pelos usuários responde a um objetivo específico.	Por quê?	Explica a razão pela qual foi executada alguma ação por um membro do grupo.	Explica por que os outros têm modificado um objeto compartilhado.
Gestos e expressões faciais	Na interação presencial as expressões e gestos faciais são muito utilizados e importantes, portanto, devem ser representados no ambiente compartilhado.	Como?	Descreve como os membros do grupo se comunicam.	Descreve como se mexem os objetos compartilhados.
Representação em várias mídias	Utilizar imagem, áudio e texto.			

2.5.2. Coordenação

A forma colaborativa de aprendizagem envolve dois processos que acontecem durante toda a atividade de grupo, o de **comunicação** e o de **negociação**. Nas atividades de grupo estabelecem-se conversas a partir de uma certa opinião, e deseja-se que esta opinião seja aceita, ou discutida, pelos demais membros do grupo. No processo de negociação produz-se a discussão, argumentação e a tomada de decisões sobre situações conflitantes, buscando a satisfação da maioria dos membros do grupo. No processo de comunicação são gerados compromissos cujo cumprimento demanda uma correta coordenação, pois sem ela o esforço da comunicação é perdido [8],[38].

Em geral, as ferramentas de comunicação por si sós não resultam suficientes na hora de o grupo chegar ao consenso e tomar decisões de conjunto. É necessário incorporar mecanismos para geração de idéias, identificação de propostas e de votação, que permitam a solução de conflitos pela negociação das propostas. A negociação deve ser auxiliada por alguma atividade de coordenação que coloque ordem e harmonia nas transações feitas em espaços e tempos virtuais compartilhados.

O processo para se compartilhar a informação é um aspecto de muita importância a ser resolvido nas aplicações colaborativas e cooperativas, para que se consiga atingir os objetivos comuns dos membros do grupo. Portanto, tais aspectos fundamentam ainda mais a necessidade das aplicações multiusuário no oferecimento de ferramentas para coordenar as atividades e distribuir recursos.

Para Crowston e Malone [24] *apud* Marca [61], coordenação representa a ação de trabalhar em harmonia, para a qual existe uma teoria formada por um conjunto de princípios que a sustenta. Estes autores sugerem quatro passos para alcançar harmonia. O primeiro é identificar os objetivos do trabalho, o segundo, associar os objetivos às atividades que

permitirão atingi-los, o terceiro, corresponde ao escalamento e alocação dessas atividades aos membros do grupo, e o quarto, está relacionado com a tarefa de gerenciar a interdependência entre os participantes.

Uma falha na coordenação acontece quando um desses passos não for corretamente realizado; por exemplo, se ocorrer uma discordância entre as expectativas de um participante e as ações de outro, o que contribui para o desestímulo dos participantes. Assim também, em algumas atividades coletivas a ausência de um elemento centralizador pode levar à dissidência de alguns membros do grupo. Portanto, dependendo da atividade e do grupo de pessoas envolvidas no trabalho ou aprendizagem em grupo, é necessário identificar o suporte necessário para a coordenação. E, ainda, é necessário prover mecanismos de controle sobre as comunicações e negociações, e recursos de monitoração sobre o produto resultante.

Sabe-se que é necessário manter um efeito estimulante sobre a aprendizagem. Pode ser por meio de uma interação planejada pelo professor que, segundo os objetivos do tema de estudo, poderá colocar questões dirigidas ou colocações provocativas, direcionar convenientemente a discussão ou trabalho, além de colocar metas para cada atividade [14], [57]. Exemplos de sistemas que suportem a coordenação são os sistemas de *Workflow*³⁵ e em geral os sistemas *Groupware*.

2.5.3. Outros aspectos importantes na interação nos grupos a distância

A memória grupal e os protocolos de colaboração são outros elementos relevantes e importantes a serem considerados nos sistemas colaborativos a distância, nos quais a comunicação direta não acontece. Estes elementos são comentados a seguir.

³⁵ *Workflow*: Considerado como um tipo relativamente simples de *Groupware* por suportar a coordenação de pessoas e processos automatizados, porém não é um subconjunto de CSCW [69] .

Memória Grupal

Refere-se a um espaço comum, que pode ser um banco de dados, onde são armazenadas todas as informações úteis, geradas no processo de colaboração, entre outros:

- **Documentos:** Descrevem os produtos e subprodutos gerados ao longo e ao final do projeto. Pode haver versões, que devem ter explicações associadas a elas identificando os motivos pelos quais foram conservadas.
- **Discussões:** São atividades específicas, em que os membros do grupo (ou subgrupos) se reúnem para discutir um determinado assunto de forma síncrona ou assíncrona. São realizadas através de ferramentas apropriadas (do tipo chats, fóruns de discussões ou listas de mensagens). Podem ter resultados associados, por exemplo, à solução de um problema, que poderão ser de interesse para estudos de outros grupos de trabalho ou aprendizagem.
- **Diálogos:** São conversas informais ou trocas de informações no contexto da execução de uma atividade de trabalho. Devem ser armazenados como parte da memória de execução de uma atividade.

Também devem ser guardados outras atividades e documentos, tais como: dúvidas, conferências, anotações, *bookmarks* registrados nas consultas da Web etc.

Este espaço deve ser criado para prover ao grupo uma ferramenta efetiva de comunicação e para manter a percepção. A memória de grupo deve contar com dispositivos de comunicação síncronos e assíncronos. Pode servir como base de estudo para novos grupos, assim como pode ser útil no processo de avaliação da aprendizagem, ao permitir a reconstrução do processo bem como a participação de cada membro do grupo [79],[91],[99].

Protocolos e normas de colaboração

Referem-se às distintas maneiras em que as pessoas interagem no grupo. Estão representados por regras, que permitem aos indivíduos se comunicarem de forma tal, que cada um pode enviar e receber símbolos compreensíveis para os outros.

Um protocolo de comunicação deve identificar os distintos componentes da comunicação, além de proporcionar realimentação constante ao grupo sobre se a comunicação foi efetuada satisfatoriamente ou não, e oferecer uma forma aceitável de concluir a comunicação entre os membros do grupo. Também são definidas normas para o procedimento do trabalho em grupo, a partir dos critérios, atitudes, pontos de vista e grau de compreensão dos próprios membros do grupo.

Sessões

As sessões estabelecem o período de tempo no qual será estabelecida uma interação síncrona entre os usuários do sistema [61], [99] . Associados a este conceito estão os aspectos: “sala” disponível, quem pode entrar e sair, quando e como participar, entre outros.

2.6. Relação entre os elementos envolvidos na aprendizagem em grupo

Num processo de colaboração, a interação abre o canal de comunicação. Este é o elemento básico e inicial de todo o processo, pois é pela **comunicação** que inicialmente os membros do grupo se conhecem e que o professor informa ao grupo as atividades colaborativas.

No processo de comunicação entre membros de um grupo, os sujeitos confrontam seus pontos de vista com os dos outros, descentrando seu pensamento e provocando a reflexão e **conflitos** sociocognitivos que prejudicam a cooperação entre todos.

É possível evitar e resolver esses conflitos agindo de forma conjunta e **coordenada**, para construir uma Inteligência Coletiva, que é muito mais do que apenas a soma das contribuições individuais. *"É uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências"*, como define Pierre Lévy [58].

O processo de comunicação também gera compromissos que devem ser gerenciados pelos mecanismos de coordenação. Portanto, a coordenação dentro de um processo de colaboração é o elemento que organiza e possibilita a verdadeira cooperação.

Por outro lado, nas atividades de aprendizagem em grupo é necessário assumir uma postura **colaborativa/cooperativa** em todo o processo. Isto significa que todos os membros do grupo tenham consciência social, objetivos comuns, construam uma inteligência coletiva, tenham tolerância, saibam conviver com as diferenças do grupo, realizem ações coordenadas e conjuntas, compartilhem idéias, mantenham responsabilidade pela aprendizagem individual e pela aprendizagem do grupo.

De todo este processo surgem resultados que devem ser mostrados pela **comunicação**, pelos elementos de **percepção**, para fornecer informações que permitam aos participantes “visualizar” tudo o que está acontecendo no grupo, e aproximar o ambiente virtual de um ambiente real de comunicação face a face. Embora a utilização de elementos de percepção possa gerar sobrecarga de informação que prejudique a comunicação, estes não devem ser omitidos, mas seu uso deve ser devidamente coordenado.

Em resumo, como expressado por Gerosa [38], o processo de colaboração implica que *“[...] as pessoas devem se comunicar para coordenar seus esforços de trabalho e cooperar em torno de um objetivo [...]”*.

As relações entre todos esses conceitos envolvidos no trabalho/aprendizagem colaborativo, tais como coordenação, comunicação, cooperação e percepção são mostrados na Figura 2-7.

Figura 2-7: Trabalho/aprendizagem colaborativo (adaptado de Gerosa [38]).

2.7. Vantagens e desvantagens do estilo colaborativo

Utilizar o estilo de aprendizagem colaborativa tem intrinsecamente associado um conjunto de desafios e conflitos que derivam em vantagens e desvantagens, que devem ser consideradas pelo professor. Estes atuam diretamente na preparação do grupo para a aprendizagem coletiva, na utilização do controle da atividade, na manipulação das diferenças individuais entre os alunos do grupo, na distribuição das responsabilidades em função dos alunos e dos objetivos e outros elementos que intervêm nas atividades colaborativas [85],[102].

Vantagens

- Os especialistas expressam que este estilo de aprendizagem melhora a qualidade do processo instrucional.
- O estilo colaborativo garante maior motivação ao estimular os alunos a aprender e a sentirem que têm a possibilidade de interagir com a realidade e observar os resultados dessa interação.
- Este estilo de aprendizagem enfatiza a auto-aprendizagem, e a posição mais ativa³⁶ e autônoma dos alunos no processo de gerar, construir, trocar, analisar informação e idéias entre os participantes [56]. A aprendizagem colaborativa oferece aos alunos resposta para as perguntas: Para que devo aprender esta informação? Como se relaciona o que se aprende na sala de aula com o mundo real?
- Com a utilização deste estilo, as pessoas conseguem expor mais as suas habilidades que no estilo individual de trabalho ou aprendizagem.
- Em grupo, todos os membros se nivelam, perdendo a verticalidade da hierarquia, agindo horizontalmente com todas as potencialidades. Os membros do grupo aprendem a escutar, falar e coordenar, e assim exercitam ações necessárias para suas vidas profissionais.
- Este estilo desenvolve habilidades de pensamento e promove a observação sobre o próprio processo de aprendizagem. Os alunos avaliam sua aprendizagem e geram estratégias para coleccionar, analisar e utilizar a nova informação, assim como para

³⁶ Os aprendizes no estilo de aprendizagem colaborativa são menos inibidos e tímidos. Recomenda-se consultar <http://www.decom.fee.unicamp.br/> e [90] sobre a teoria da atividade que situa o comportamento do indivíduo dentro de um contexto social em três níveis: sistema de atividade, ação e operação. O sistema de atividade considera como sujeito o indivíduo ou o grupo de indivíduos, com ferramentas (tanto a escrita como a fala) para atingir o objetivo da tarefa coletiva como se expressa em [103].

criar conhecimentos, desenvolvem o pensamento crítico e criativo e em geral diminuem o temor à crítica e à realimentação; portanto, propicia-se uma abertura mental.

- Em grupo, produz-se uma vigilância mútua que obriga o pensamento a funcionar com alta criatividade e coerência, e melhorar a comunicação interpessoal.
- Em grupo, cria-se um espírito de equipe e fidelidade ao trabalho comum, fazendo que as pessoas trabalhem por prazer, e não por obrigação, fortalecendo o sentimento de solidariedade e de respeito mútuo.
- O aprendizado em grupo torna o conhecimento próprio de cada um de seus membros um patrimônio do grupo.
- O conhecimento passa a ser integrador, possibilitando uma relação de todas as ciências, dando-lhes unidade. Além disso, direciona os esforços no sentido de aperfeiçoar as soluções [12]. Em geral, dá-se maior valor ao conhecimento dos outros.
- As atividades educacionais em grupo ativam e socializam o ensino, levando os alunos a se inserir conscientemente na vida social e profissional.
- Em termos gerais, a utilização deste estilo colaborativo aumenta a satisfação pela aprendizagem ou pelo trabalho.
- Oferece a possibilidade de simular fenômenos para os alunos trabalharem sem risco, observando os elementos significativos do fenômeno, decompondo-o em partes etc.

Desvantagens

A colaboração também tem seus perigos e limitações, fundamentalmente se ela não é feita de forma natural, desejada e verdadeiramente compartilhada, e, ainda, se for imposta, obrigatória, regulamentada e controlada com altas exigências pelos mecanismos administrativos, como freqüentemente nas escolas presenciais [36]. Portanto, é necessária uma reflexão crítica de cada situação concreta em que se deseja utilizar este estilo de aprendizagem, para que os conceitos e princípios de colaboração sejam adequadamente utilizados em função de um aprendizado com sucesso.

As mudanças necessárias à aplicação de métodos para aprendizagem colaborativa, todavia, não são consideradas de fácil aceitação. Em geral, as pessoas vêem as mudanças negativamente, como um trabalho adicional, e não como um benefício adicional. Essas modificações são consideradas como uma mudança de experiência de vida, e requerem um período de adaptação. Essa transição é considerada difícil tanto para o professor como para os alunos, pois ambos requerem mais tempo de dedicação.

Segundo Bordenave e Pereira [12], os professores, ao utilizarem este estilo de aprendizagem, têm várias preocupações, entre elas: se o trabalho em grupo não tomará um tempo excessivo para estudar um tema que, mediante uma boa exposição oral (por parte do professor), seria possível em menor tempo; como se pode avaliar o progresso de cada aluno, se seu desempenho aparece misturado com o desempenho de todos os outros alunos membros do grupo etc.

Durante as experiências de aprendizagem colaborativa [30], [75] tem-se detectado que:

- Contribuições desiguais entre os membros do grupo têm como consequência direta uma deficiência na aprendizagem de alguns dos participantes.
- Dificuldades de acompanhamento do processo de desenvolvimento do trabalho do grupo conseqüentemente dificultam ao professor avaliar quais integrantes realmente estão se dedicando à tarefa ou quais estão com problemas.
- Surgem problemas gerados a partir da incompatibilidade de objetivos e expectativas entre os membros do grupo.

Também pode ser considerado uma limitação ou desvantagem para a utilização do estilo de aprendizagem colaborativa, o fato de que o trabalho em grupo demanda uma necessidade muito forte de coordenação de seus membros, cuja falha impede o aproveitamento dos resultados da colaboração e a comunicação entre os participantes, gerando problemas, como os descritos a seguir:

- **Falha na coordenação:** Os problemas de coordenação são os mais freqüentes e de maior repercussão na efetividade da aprendizagem em grupo. Observar que enquanto um indivíduo sozinho lida com sua própria base de conhecimentos e de fontes de informação, para um grupo este processo é bem mais complexo e inevitavelmente envolve problemas de coordenação. As possíveis causas podem ser, por exemplo, um erro provocado pelos dispositivos de comunicação ou erros de percepção que conduzem a diferentes interpretações das situações reais e dos interesses dos participantes. Portanto, a coordenação deve atuar para resolver conflitos na tentativa de estabelecer a comunicação e a colaboração.
- **Mau entendimento entre comunicador e receptor:** A informação comunicada só é útil quando houver um entendimento adequado entre os que estabelecem a

comunicação. Segundo Gerosa [38], “[...] *duas ou mais pessoas possuem entendimento compartilhado de uma situação se elas têm expectativas equivalentes sobre ela* [...]”.

- **Poucas interações:** Do resultado das interações entre os participantes do grupo, surgem novos acontecimentos que modificam e implicam novas informações que, por sua vez, condicionam o indivíduo a buscar novos conhecimentos para planejar e coordenar posteriores interações. Este é um processo que pode acabar quando é atingido o objetivo do trabalho ou da aprendizagem em grupo. Portanto, é conveniente que as interações não sejam poucas.
- **Sobrecarga de informação:** A existência de uma grande quantidade de *feedback* e de dificuldades na sua gerência favorece uma sobrecarga de informação, o que dificulta a organização dos membros do grupo, ocasionando desentendimento e falta de comunicação. Portanto, a geração de *feedback* necessita de um controle de fluxo de informação, como recomenda Gerosa [38], de forma assíncrona ou síncrona como nas intervenções dos tutores inteligentes, organizada e resumida, que facilite este processo.

Em geral, a escolha de um meio adequado para implementar os elementos de percepção para transmitir as informações aos participantes ajuda a evitar a sobrecarga de informação e a má interpretação dos dados. Algumas vezes, nem todas as informações precisam ser apresentadas ao grupo; elas podem ficar disponíveis num repositório (por exemplo, na memória grupal) para acessos posteriores ou para serem eliminadas.

Por outro lado, a Web e sua estrutura hipermídia ainda são ferramentas focadas fundamentalmente num único usuário. Embora existam sistemas, como, por exemplo, os de

suporte ao CSCW, que foram direcionados para múltiplos usuários, estes se caracterizam por ser centralizados e não requererem interfaces altamente interativas nem suporte adequado à colaboração nem à *feedthrough*³⁷ [86].

Alguns outros ambientes tentam remover as barreiras significativas à colaboração efetiva entre os usuários na Web, e convertem os *browsers* em interfaces de *groupware*, permitindo aos usuários contatar-se, discutir os documentos e interagir em tempo real. Exemplos assim serão apresentados no Capítulo 3 deste trabalho.

2.8. Considerações gerais

Neste capítulo foram apresentados os principais resultados da pesquisa e do estudo realizado na área de Aprendizagem Colaborativa. Este estudo permitiu um melhor entendimento das características, dos objetivos e dos problemas que estão presentes na utilização desta abordagem pedagógica, assim como fazer uma análise das teorias que fundamentam a aprendizagem colaborativa. Tudo isso propiciou uma melhor compreensão de suas limitações e aplicações. Além disso, permitiu-nos uma reflexão sobre as funcionalidades que um sistema de suporte à aprendizagem colaborativa deve prover para que os objetivos das atividades colaborativas sejam efetivamente alcançados e os seus problemas minimizados.

Foi possível, ainda, argumentar que os ambientes de aprendizagem para adultos são mais apropriados para aceitar uma estrutura de aprendizagem colaborativa, por ser esta mais flexível e requerer menos planejamento e coordenação que a estrutura de aprendizagem para outras idades. Porém, a atuação do professor é de muita importância, assim como as interações entre os alunos, que devem ocorrer da melhor maneira possível para auxiliar sua estruturação cognitiva.

³⁷ *Feedthrough* : atualização de interface em resposta à interação de outros usuários.

A informação recolhida neste capítulo mostra que o estilo de aprendizagem em grupo tem muitas formas de ser utilizado através dos meios de computação. Em qualquer dos casos, o que interessa é garantir alta motivação aos estudantes. Portanto, é necessário fazer um planeamento correto das atividades, levando em conta os elementos significativos e altamente influentes no sucesso da aprendizagem em grupo, apresentados neste capítulo e resumidos a seguir:

- Os passos do processo de aprendizagem para atividades em grupo: experiência, publicação, processo, generalização e aplicação.
- Os elementos básicos da aprendizagem colaborativa: interdependência do grupo, interação, compartilhamento de dúvidas, pensamento divergente e avaliação.
- As condições para a aprendizagem em grupo efetiva: composição do grupo, características da tarefa, características dos membros do grupo e meio de comunicação.
- Os aspectos importantes na interação no grupo: percepção, memória grupal, diferentes papéis do professor e dos alunos, protocolos de colaboração e sessões.

A prática demonstra e exige a necessidade de transformar o ensino em uma aprendizagem focada na criatividade e na solução dos problemas reais. A proposta de adoção da forma de aprendizagem colaborativa, apresentada neste capítulo, vem justamente a satisfazer muitas dessas necessidades. Vale ressaltar que o professor continua tendo um papel muito importante no processo instrucional, como expressam Bordenave e Pereira [12]: “[...] a contribuição intrínseca dos métodos e técnicas de ensino é menos importante que os valores, a atitude e o comportamento pessoal do professor. Ele é o grande contagiador do entusiasmo para a procura e a descoberta de novos horizontes [...]”.

3. Aprendizagem Colaborativa Mediada pela Tecnologia - ACMT

3.1. Introdução

O esquema mental sobre a utilização do computador induz geralmente a pensar em uma relação biunívoca entre o usuário e a máquina. Por exemplo, a solução relatada por Ficheman [34], que consiste em conectar a um mesmo computador vários dispositivos de entrada (dois aparelhos de mouse) para possibilitar a interação de vários usuários simultaneamente em uma mesma aplicação, ou seja, para permitir uma aprendizagem colaborativa sem que os participantes e os recursos estejam distribuídos em rede. Independentemente de que soluções simples, como esta, possam trazer um impacto muito positivo na motivação dos alunos, não são comumente utilizadas e nem sempre são interessantes para um ambiente de aprendizagem colaborativa.

No presente trabalho, assume-se que uma aplicação colaborativa é definida como um sistema computacional que atende a um grupo de pessoas dedicadas a uma tarefa comum, no qual cada uma delas trabalha separadamente no seu computador, mas compartilhando dados e programas através de uma interface multiusuário, em que interagem, tomam decisões e atuam em conjunto sobre o ambiente até obter o resultado desejado [74], [77].

Qualquer atividade de aprendizagem mediada por computador pode, em geral, estar associada tanto a um curso presencial como a um curso a distância. A atividade desenhada para o curso a distância pode acontecer tanto fora como dentro do curso. Isto é, ela pode constituir uma parte de uma unidade de aprendizagem do curso, ou pode ser uma atividade que se executa independentemente do ambiente do curso. Se for desenhada para um curso

presencial, a atividade será orientada para a sala de aula pelo professor. Em qualquer caso, as atividades de aprendizagem colaborativa e as aplicações que suportam estas atividades podem ser classificadas segundo a taxonomia que é apresentada no item a seguir. Ainda neste capítulo, são brevemente comentadas algumas aplicações, sistemas, ambientes e *framework* envolvidos na área de CSCL, assim como também são apresentados os requisitos e as propriedades que todos eles necessitam para garantir uma aprendizagem efetiva.

3.2. Taxonomia para as atividades e as aplicações colaborativas

Existem diferentes tipos de aplicações colaborativas, como, por exemplo, as que facilitam a interação a distância entre os membros da equipe de trabalho, as que apóiam a comunicação de pessoas reunidas fisicamente, as que ajudam a diversas pessoas na confecção de um mesmo documento eletrônico, entre outras. Perante a diversidade de atividades e aplicações colaborativas, estas foram classificadas segundo o tipo de colaboração estabelecida entre os membros do grupo (item 3.2.1), o tipo de interação permitida pelos meios de comunicação que dão suporte à própria aplicação (item 3.2.2) e o nível de funcionalidade da aplicação (item 3.2.3).

3.2.1. Atividades e aplicações colaborativas segundo o tipo de colaboração

As atividades de colaboração realizadas por um grupo de alunos podem ser classificadas em função da comunicação e da interação entre os membros. Segundo Wessner e Pfister [109], existem três tipos de colaboração: a genérica, a espontânea e a planificada.

- A colaboração genérica: Acontece através de e-mails, videoconferências, tanto entre os membros do grupo como entre estes e outros alunos e professores que não participam diretamente da atividade. Aqui, por exemplo, se enquadram as

consultas a especialistas pela Web e o intercâmbio com colegas de outros cursos e de outros países.

- A colaboração espontânea: Acontece dentro de um curso, mas não está orientada para ser realizada num momento específico dele. Por exemplo, a colaboração espontânea se estabelece quando um aluno pede ajuda ao professor do curso, ou quando encontra colegas do grupo disponíveis para discutir sobre dúvidas e assuntos do curso. Estabelece-se por meio de e-mail ou outros canais disponíveis para estes eventos.
- A colaboração planejada: A atividade está estreitamente associada a um assunto específico do curso, e, portanto, deve ser realizada num momento específico dentro dele. Neste tipo de colaboração, o professor pode desenhar a atividade com participação visando unicamente os membros do grupo, permitindo que eles estabeleçam comunicação e interação de tipo genérico e espontâneo também. É um tipo de colaboração mais completo e mais complexo de se implementar. O professor deve conduzir o planejamento, mesmo que não seja visível.

3.2.2. Atividades e aplicações colaborativas segundo o tipo de interação em função dos meios de comunicação

Num processo de ensino a distância, é muito importante a utilização integrada e conveniente das ferramentas de comunicação do tipo síncronas ou assíncronas, as quais definem o tipo de interação que pode ser estabelecido entre os participantes. Especificamente em ambientes de aprendizagem colaborativa, essas ferramentas de comunicação podem, segundo a sua utilização, apresentar influências positivas e negativas no processo de aprendizagem. Por exemplo, a comunicação assíncrona é apropriada para o trabalho em grupo

na resolução de exercícios, enquanto a comunicação síncrona pode ser utilizada para promover a socialização e debates [14]. Portanto, para se escolher qual o tipo de ferramenta é mais adequada para uma atividade de ensino-aprendizagem específica, é necessário analisar as características de ambos os tipos de comunicação. Na Tabela 3-1 apresenta-se uma classificação das aplicações colaborativas segundo o tipo de interação síncrona e assíncrona [31], [48].

Tabela 3-1: Classificação das aplicações colaborativas segundo o tipo de interação.

Aplicações Assíncronas	Aplicações Síncronas
<p>Também conhecidas como aplicações de Non-Real-Time.</p> <p>Os participantes são envolvidos na interação em momentos distintos.</p> <p>Exemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Correio eletrônico ☐ Grupos de notícias ☐ Sistemas de workflow ☐ Agendas grupais ☐ Editores colaborativos (Stick-Ons) 	<p>Também conhecidas como aplicações de Real-Time.</p> <p>Os participantes interagem no mesmo momento.</p> <p>Exemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Sistemas de videoconferência ☐ Sistemas de teleconferência ☐ Chats ☐ Sistemas de apoio às decisões de grupos (Lotus Notes, Net Meeting, Meeting Works, Quorum, Collabra etc). ☐ Editores colaborativos ☐ Whiteboard (tabuleiros compartilhados) ☐ Ambientes virtuais³⁸ ☐ Reuniões eletrônicas ☐ Jogos colaborativos ☐ Resolução de problemas em grupo ☐ Resolução de projetos em grupo (objetivo deste trabalho)

3.2.3. Atividades e aplicações colaborativas segundo o nível de funcionalidade

Outra classificação é baseada no nível da funcionalidade ou domínio da aplicação.

Proposta por Ellis et al [31] e Illera [48], agrupa os sistemas apresentados na Tabela 3-2.

³⁸ Ambientes Virtuais Colaborativos: são sistemas colaborativos que implementam um espaço virtual, no qual ocorrem todas as interações entre os participantes da atividade colaborativa.

Tabela 3-2: Classificação das aplicações em relação à sua funcionalidade.

Aplicações	Funcionalidade
Sistemas de comunicação em grupo e intergrupo	Apresentam-se como sistemas de mensagens. São os exemplos mais conhecidos de <i>groupware</i> baseados em computador, que permitem troca de mensagens textuais entre grupos de usuários. A interação acontece tanto de forma assíncrona por meio de correio eletrônico e listas de discussão, como de forma síncrona por meio de chats, áudio ou videoconferência.
Editores multiusuários	Um exemplo conhecido são os editores cooperativos de hiperdocumentos. Permitem que membros de um grupo possam usar o editor para compor e editar em conjunto um documento. A aplicação pode ser de tipo síncrona, se todos os participantes operam ao mesmo tempo sobre o mesmo documento; ou assíncrona, se cada participante fica responsável por desenvolver uma parte do documento em função da sua disponibilidade de tempo. A tarefa final fica sob responsabilidade do coordenador da atividade, que faz a revisão do documento inteiro.
Sistemas de apoio às decisões	Sistemas que têm como objetivo melhorar a produtividade, qualidade e velocidade dos processos de tomada de decisões. Comumente são implementados como salas de reuniões eletrônicas, que contêm várias estações de trabalho conectadas em rede, com telas públicas controladas por computador e equipamentos de áudio e vídeo. Um exemplo representativo é o sistema de apoio para reuniões virtuais, conhecido pelo seu termo em inglês <i>brainstorming</i> ³⁹ , que permite gerar as pautas de discussão, históricos de discussão, sistemas de votação, escolha de alternativas, além de facilitar a construção de planos de ação e alocação de tarefas, suportando interações síncronas e assíncronas durante as discussões abertas.
Sistemas de gerenciamento do repositório	Permitem gerenciar o processo de repositório de materiais construídos ou ainda em construção pelo grupo.
Conferências por computador	Funcionam em tempo real, permitindo a grupos de usuários (reunidos em uma mesma sala ou distribuídos em diferentes lugares) interagir de forma síncrona através de seus computadores pessoais. Este tipo de conferência não oferece facilidades de vídeo. Já as teleconferências suportam interações de grupos a distância (por exemplo, videoconferência), para as quais se requer salas especiais e operadores treinados.
Agentes inteligentes	Permitem a incorporação de agentes não humanos a um grupo de pessoas, por exemplo, os videogames. Em geral, são responsáveis por um conjunto específico de tarefas, sendo a interface com o usuário que reflete suas ações ante o restante dos participantes.

³⁹ *Brainstorming* (tempestade de idéias) é uma técnica utilizada em grupo. Permite aos participantes expor com absoluta liberdade o que pensam sobre um assunto de estudo específico ou sobre a solução de um problema. Tudo é anotado numa área comum (lousa, no caso presencial), sem análise nem filtro algum sobre a qualidade do expressado. E só no final, quando todos participaram e a produção de idéias foi esgotada, é realizada a avaliação das propostas. Esta técnica desenvolve a criatividade e permite descobrir novos conceitos, resolver problemas e superar qualquer sintoma de conformismo e monotonia no processo de ensino-aprendizagem.

(continuação Tabela 3-2)

Aplicações	Funcionalidade
Sistemas de coordenação	Permitem a um indivíduo visualizar suas ações e as do resto dos membros do grupo na busca de um objetivo geral. Podem fornecer aos usuários informações sobre o estado da atividade de grupo e gerenciar automaticamente avisos e alertas.
Sistemas de apoio à aprendizagem colaborativa	Suportam formas colaborativas de aprendizagem em grupo. Têm como objetivo a busca de soluções abertas a partir de tomadas de decisões em conjunto. As soluções aparecem num espaço compartilhado, no qual as atividades são representadas através de objetos e suas ações. Fornecem ferramentas para a comunicação em tempo real, para o acesso remoto de clientes distribuídos, mecanismos de recuperação, mecanismos de persistência da informação gerada na construção do conhecimento, mecanismos de coordenação das atividades do grupo etc.

Observa-se que as atividades e as aplicações relacionadas com a aprendizagem colaborativa estão se convertendo no alvo principal das pesquisas atuais na área de ensino a distância. Mesmo estando estas atividades e as aplicações colaborativas classificadas, elas carregam um elemento comum: tornar mais fácil o processo de compartilhamento da informação entre os membros do grupo que realizam uma tarefa em conjunto de maneira colaborativa. Neste sentido, os ambientes virtuais de aprendizagem são considerados espaços compartilhados de convivência, que dão suporte à construção social do conhecimento, à inserção e à troca de informação pelos participantes.

3.3. Projetos, ambientes, sistemas e *frameworks* para CSCL

Na pesquisa realizada para execução deste trabalho, foi encontrada uma grande variedade de **Projetos, Ambientes, Sistemas e Frameworks (PASF)**, de agora em diante, neste trabalho) desenvolvidos para a área de CSCL e associados a formas cooperativas e colaborativas de aprendizagem em grupo. Cada solução oferece benefícios similares, mas utilizando a tecnologia disponível de maneiras diferentes. A seguir, apresentam-se breves descrições dos mais relevantes.

3.3.1. Projetos para CSCL

Trata-se de projetos de pesquisa e de proposta de soluções que buscam melhorar aspectos importantes das aplicações colaborativas. Alguns desses projetos têm derivado produtos testados e implementados, e outros ainda em andamento na fase de pesquisa e desenvolvimento.

CORONET-Train: O CORONET-Train (*Corporate Software Engineering Knowledge Networks for Improved Training of the Workforce*) [4] é um projeto de pesquisa Europeu, concluído em abril de 2002. Seu objetivo geral é melhorar a eficiência do treinamento da força de trabalho na área de Engenharia de Software utilizando técnicas de aprendizagem colaborativa, reutilização do conteúdo que existe nas redes corporativas, ambientes de interação em grupo e gerenciamento do conhecimento. Seu ponto forte é sua capacidade de implementar um planejamento instrucional composto por conteúdo, estratégias, atividades de aprendizagem e as respectivas ferramentas de suporte. Sua funcionalidade envolve a resolução de problemas em grupo e o desenvolvimento de competências por meio de treinamento, tutoria e consultoria, mineração⁴⁰ e distribuição da informação.

EVE-A: O objetivo deste projeto espanhol (*Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje*)⁴¹ é realizar uma experiência completa por meio das técnicas de trabalho colaborativo. Os ambientes de trabalho são ferramentas integradas que se utilizam para a criação, gerenciamento e distribuição das atividades formativas através da Web. As ferramentas também facilitam a criação de ambientes de ensino-aprendizagem, integrando materiais didáticos e ferramentas de comunicação, colaboração e gerência para atividades

⁴⁰ Mineração de dados é o processo de descobrir conhecimentos interessantes a partir de grandes conjuntos de dados, os quais podem estar armazenados em bases de dados, data warehouses ou em outros repositórios de dados.

⁴¹ <http://www.ull.es/congresos/tecneduc/MerGisbert1.html> (desde 1997)

instrucionais. Este projeto vem realizando experiências *multicast*⁴² usando *Mbone*⁴³ e ferramentas para videoconferências.

INTEC: A *International Netcourse Teacher Enhancement Coalition*⁴⁴ envolve o estudo e a utilização de tecnologias colaborativas avançadas para o desenvolvimento profissional dos professores e o desenvolvimento de cursos na Web para os alunos. Centra sua atenção no ensino da ciência, especificamente da Matemática. O objetivo deste projeto é avaliar a adaptabilidade dos modelos para seminários e cursos virtuais na rede, discussões on-line e resolução de problemas. Utiliza ferramentas de apoio ao desenho colaborativo na Web e o ambiente de autoria *Lótu Learning Space*, além de servidores de discussão que suportam a interatividade sobre a Web.

INTERSIM⁴⁵: Projeto desenvolvido pelo Centro *Life-Long Learnign & Design* da Universidade de Colorado, Boulder⁴⁶. Representa um protótipo de sistemas integrados que suporta novos paradigmas de **INTER**ação com **SIM**ulação. Suporta o estudo e a resolução de um problema cooperativamente pela alocação de papéis para cada membro do grupo e investiga sobre o suporte para interação com vídeo.

NETPRO (*Network Based Project Learning in Engineering Education*)⁴⁷: Este projeto é um ambiente de aprendizagem proposto, e ainda em desenvolvimento, no programa

⁴² *Multicast* : Multidifusão; transmissão para um número de receptores ou nós, com um endereço em cada mensagem para indicar o nó desejado. O *multicast* é um recurso para transmitir pacotes a mais de um endereço ao mesmo tempo, que se diferencia do *broadcast* por transmitir somente para *hosts* determinados, ao invés de para todos os *hosts* do segmento. Além disso, o *multicast* pode funcionar em WANs, empregando o mínimo de largura de banda. Por isso, o *multicast* é o método mais indicado para a difusão de dados em tempo real para um número grande de destinatários.

⁴³ *Mbone*: O *MBone* é uma rede baseada em uma extensão do protocolo IP chamada IP multicast. Disponível em: <http://www.insite.com.br/tech/mbone/mbone-brasil-faq.html> (consultado em 06/2004).

⁴⁴ <http://intec.concord.org/> (desde 1996)

⁴⁵ Arias E, Éden H. InterSim: Supporting Face-to-Face Collaborative Design. Disponível em: <http://www.oise.utoronto.ca/cscl/> (consultado 05/05/03).

⁴⁶ <http://www.cs.colorado.edu/~l3d/systems/EDC/roadmap/intersim.html>

⁴⁷ <http://netpro.evtek.fi/team/wp6/papers/ICEE-5372.pdf>

Europeu Leonardo DaVinci. Tem o objetivo de suportar a aprendizagem baseada em projeto para a instrução da Engenharia através da Internet. Constitui-se num sistema distribuído que facilita o compartilhamento de projetos e a interação entre os participantes de um grupo de discussão de interesse especial. O desenvolvimento do ambiente criou modelos, ferramentas e serviços para facilitar uma comunicação e a colaboração entre estudantes distantes, e para controlar o acesso e o controle da entrega do projeto. Os modelos aplicados são aqueles utilizados na prática da Engenharia e adaptados a um contexto educacional. O ambiente foi utilizado em diversas aplicações pilotos, nas quais os critérios registrados dos estudantes e dos tutores foram geralmente favoráveis [84].

SHARE⁴⁸: Projeto que tem como objetivo desenvolver metodologias e técnicas para apoiar o trabalho cooperativo interno dos grupos que desenvolvem produtos utilizando Internet e Web. SHARE é diretamente financiado pelo *SISTO (Software & Intelligent Systems Technology Office)*, uma agência da ARPA, e participam dele: o CDR (*Centre for Design Research*) da Universidade de Stanford, a empresa EIT (*Enterprise Integration Technologies*) de Palo Alto, e a SIMA (*Stanford Integrated Manufacturing Association*) de Stanford.

ZEBU⁴⁹: Projeto *groupware* educativo sobre a Web com o objetivo de desenhar e desenvolver ferramentas que suportem trabalho colaborativo de alunos e professores na rede. Este projeto permite um conjunto de tarefas, tais como criar, publicar, participar, de forma interativa, em projetos que podem acontecer mesmo na sala de aula ou de forma distribuída. Suporta comunicação, colaboração e cooperação entre ambientes diferentes de trabalho. Os alunos podem criar e editar projetos, discutir assuntos etc. Este projeto é referenciado na literatura como o primeiro sistema de tipo *groupware* educativo [101].

⁴⁸ <http://www-cdr.stanford.edu/SHARE/share.html> (Stanford, 1994)

⁴⁹ <http://www.saintmarksschool.org/dkerby/ldtportfolio/zebu2/problem.htm> (desde 1998)

PROJETOS da FAPESP⁵⁰: Desde 1989, a FAPESP vem dando apoio, por meio de programas orientados às pesquisas e ao desenvolvimento na área de tecnologia da informação voltada para especificação, projeto e implementação de ferramentas aplicáveis à área de Educação a Distância. Um destes programas é o projeto TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada)⁵¹. O TIDIA tem como objetivo desenvolver um ambiente de aprendizagem eletrônica que suporte a criação de novas ferramentas para a edição cooperativa de conteúdos digitais abertos, de interesses acadêmicos, tecnológicos ou sociais. Para isto, resolveu criar vários projetos, ainda em andamento, entre os quais se destacam:

- O projeto da **Incubadora Virtual de Conteúdos**: Trata-se de um projeto inovador, com alto grau de flexibilidade, que pretende disponibilizar infraestrutura computacional através da Internet. Seu objetivo é facilitar o desenvolvimento cooperativo dos projetos incubados e utilizar metodologias de software livre para o desenvolvimento aberto e cooperativo de conteúdos digitais, além de estabelecer critérios para definir os tipos de conteúdo incubados segundo os interesses acadêmicos, tecnológicos ou sociais da comunidade que os utiliza.
- O projeto **E-learning**: Trata-se de um projeto de pesquisa que tem como objetivo o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas⁵² integradas, independentes de plataforma operacional, de suporte ao ensino e aprendizagem com interações presenciais e a distância, síncronas e assíncronas. A pesquisa neste projeto envolve importantes tópicos, sendo os mais significativos pela sua relação com esta tese os seguintes: a busca de padrões de interfaces e interoperabilidade visando à

⁵⁰ FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo)

⁵¹ <http://www.tidia.fapesp.br/portal/documentos>

⁵² Deverão ser considerados os três grupos de ferramentas gerais de Educação a Distância: administração, coordenação e comunicação.

reutilização de conteúdos acadêmicos; a criação, organização e manutenção de um repositório de objetos abertos de conhecimento, especificados e construídos para serem compartilhados no desenvolvimento de novos conteúdos de ensino e aprendizagem; e o aprimoramento dos mecanismos de interação e colaboração on-line.

PROJETO de Nunes e Sousa: Estes pesquisadores apresentam um protótipo de ambiente de aprendizagem colaborativa a distância empregando a Internet, baseado na Pedagogia de Projetos, na qual os professores têm a possibilidade de disponibilizar seus projetos para os alunos, bem como os alunos podem encaminhar aos professores seus trabalhos. O ambiente oferece a possibilidade de o professor se comunicar com os alunos por intermédio de um mural e/ou pelo chat [73].

PROJETO de Rosatelli: Esta pesquisadora defende, em sua tese de doutorado, um sistema de educação a distância com o apoio da técnica de inteligência artificial e baseado na Web. Ele possibilita o desenvolvimento de atividades de grupo ao permitir a colaboração entre os estudantes no processo de solução de um estudo de caso a distância. O sistema promove e monitora a discussão do caso. O planejamento do sistema é baseado tanto numa metodologia para resolver um estudo de caso como no papel do professor que trabalha com casos na sala de aula tradicional. Estas premissas modelam as interações entre os estudantes e o sistema [89].

PROJETO de Wessner e Pfister: Estes dois pesquisadores propõem um conjunto de ferramentas para implementar e descrever três técnicas de colaboração: grupo de discussão, painel de oposição e tempestade de idéias (*brainstorming*) [109].

3.3.2. Ambientes para CSCL

Os ambientes para CSCL são aplicações prontas para serem executadas. Geralmente se enquadram numa área de conhecimento particular, representando soluções para a aprendizagem de conceitos específicos. A maioria dos ambientes está projetada para suportar um tipo só de atividade de aprendizagem, sendo a mais comum as discussões. São aplicações bem elaboradas, mas não permitem a adaptação à aprendizagem de outros temas nem a suportar outro tipo de atividade.

AULANET⁵³: É um ambiente de aprendizado colaborativo baseado na Web, desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Este ambiente resultou um produto do projeto iniciado em 1997, cujo objetivo é a criação e assistência de cursos a distância, além de oferecer suporte à recriação e encorajar a evolução do conhecimento, tanto para alunos quanto para professores. Segundo seus idealizadores, o ambiente foi construído sob uma abordagem cooperativa para a instrução baseada na Web, procurando migrar para um modelo de “comunidade dinâmica para aprendizagem”.

BELVEDERE: Este ambiente baseia-se no paradigma colaborativo e foi desenvolvido para suportar discussão on-line sobre teorias científicas. É utilizado em rede para a construção de representações de relações lógicas em um debate, com uma interface semelhante à de um editor gráfico. Este ambiente provê os estudantes de formas concretas para representar elementos abstratos. Idéias e relacionamentos são representados como objetos, que podem ser apontados e ligados a outros objetos para facilitar a discussão. Este é um ambiente que pode ser utilizado por estudantes fisicamente próximos, trabalhando simultaneamente de forma

⁵³ <http://guiaaulanet.eduweb.com.br>
<http://groupware.les.inf.puc-rio.br>
<http://www.eduweb.com.br>

síncrona, ou por estudantes compartilhando idéias em tempos diferentes de forma assíncrona, ou por estudantes trabalhando simultaneamente, mas localizados remotamente [92].

Este ambiente combina três abordagens de aprendizagem, cada uma coberta por uma categoria diferente de software educacional dentro do próprio ambiente⁵⁴:

- Aprendizagem colaborativa, coberta pelo *groupware* para aprendizagem;
- Aprendizagem guiada, coberta por um tutor inteligente; e
- Aprendizagem baseada em problemas, coberta por simulações.

FÓRUM⁵⁵: O Fórum foi desenvolvido na *Texas A&M University* como um ambiente de trabalho multiusuário, baseado em hipertexto. É considerado um sistema de conferência, que permite aos membros de um grupo colaborativo enviar mensagens, estabelecer discussões e trocar arquivos. Contudo, não foi projetado especialmente para aplicações educacionais, muito embora seja amplamente utilizado para tais propósitos. Também pode ser utilizado para reuniões, sessões de tempestade de idéias (*brainstorming*), e tomada de decisões em grupo [4].

TURBOTURTLE: Aplicação dinâmica e multiusuário para crianças aprenderem a física newtoniana [20]. Cria um ambiente virtual para os membros do grupo aprender pela experiência, manipulando objetos que existem dentro deste ambiente. Cada usuário pode controlar e manipular o micromundo, e paralelamente discutir o que está fazendo, por meio de *telepointers* e de fones, ao restante dos membros do grupo. O sistema coloca poucas restrições, já que no processo de interação com o ambiente qualquer usuário pode manipular

⁵⁴ <http://advlearn.lrdc.pitt.edu/belvedere/> (desde 1992)

⁵⁵ <http://www.foruminc.com/>

qualquer controle, em qualquer momento. Fica então por conta dos próprios alunos a coordenação das interações e participação no micromundo de aprendizagem [23].

WORLDS⁵⁶: Este projeto se fundamenta na Teoria dos Locais⁵⁷, isto é, fornece aos usuários uma coleção de locais, e cada local é caracterizado pelas pessoas que o utilizam, seus objetivos de permanecer no local e os instrumentos que se adaptam aos objetivos dos usuários. Ao iniciar uma sessão, então é apresentado o local-casa com uma barra de ferramentas, com recursos de áudio para discussão com outros visitantes.

3.3.3. Sistemas e *Frameworks* para CSCL

Aqui são considerados os sistemas e *framework* criados para a área de CSCL. Especificamente um sistema refere-se a uma arquitetura, infra-estrutura ou um conjunto integrado de ferramentas utilizadas pelo especialista para elaborar diversas aplicações colaborativas.

COL⁵⁸: O sistema Col (Cursos on Line) é uma ferramenta gerenciadora de cursos pela Web desenvolvida por um grupo de pesquisadores do LARC – EPUSP (Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Escola Politécnica). O LARC é o responsável pela sua elaboração, desenvolvimento e manutenção. O sistema está disponível em português, para uso geral ou como apoio aos cursos presenciais da Universidade de São Paulo.

O Col sistema hospeda cursos, oferecendo o suporte necessário para a organização de conteúdo, trabalhos, testes, FAQ automático, mensagens para a turma, entre outros recursos. Possui ferramentas interativas, como chat e lista de discussão, além da ferramenta de

⁵⁶ <http://acsl.cs.uiuc.edu/kaplan/navigating.html>

⁵⁷ Teoria utilizada nos espaços virtuais, e referenciada por Santos[92]

⁵⁸ <http://col.larc.usp.br/principal/>

apresentação, que é um chat envolvendo os alunos e o professor, com o professor podendo fazer perguntas e apresentar páginas HTML para os alunos, enriquecendo assim as aulas presenciais. Além disto, o docente pode acompanhar a evolução do aluno através dos testes objetivos e através das estatísticas de acesso, pois o sistema registra informações a respeito das páginas acessadas.

CBE⁵⁹: O sistema CBE, cujas siglas em inglês correspondem a *Collaboratory Builder's Environment*, tem uma arquitetura baseada nos conceitos de salas, usuários, *applets* e grupos de *applets*. Uma sala consiste de múltiplos *applets* e dados. Assim, sempre que um usuário entra numa sala, recebe uma cópia dos *applets* daquela sala para poder interagir com os outros usuários da sala, que também possuem os mesmos *applets*. O conjunto de *applets* do mesmo tipo constitui um grupo de *applets* e pertence a um mesmo grupo de comunicação *multicast*, de modo que uma sala pode ter vários grupos de *applets*. Uma outra característica do CEB é atribuir diferentes papéis aos usuários: O usuário administrador controla o acesso a cada sala, cria ou retira grupos de *applets* da sala e interage com os *applets*; o usuário membro não pode alterar o controle de acesso à sala; o usuário observador pode apenas observar os estados dos *applets* da sala, sem poder alterá-los [86].

DEGREE: O sistema DEGREE (*Distance education Environment for GRoup ExperiencEs*) permite realizar diversas atividades colaborativas de aprendizagem em grupos pequenos de alunos [7]. Este sistema parte de cinco princípios: a construção em grupo da solução do problema; a realização da tarefa mediante a discussão estruturada, isto é, seguindo um protocolo preestabelecido para a interação e a geração de idéias; o interesse tanto no processo de construção do conhecimento como no resultado; a coordenação dos membros do grupo; e a facilidade de acesso à informação em todo momento.

⁵⁹ <http://www.eecs.umich.edu/~jangho/cbe.html>

Além disso, permite visualizar e analisar de forma qualitativa e quantitativa os acessos dos usuários ao ambiente e permitir análise do processo de colaboração a partir da tipificação das contribuições dos participantes.

EXPLORENET⁶⁰: É um ambiente computacional distribuído, de propósito geral, orientado a objetos e baseado em gráficos bidimensionais. Vem sendo desenvolvido desde 1991 pela *University of Central Florida*, pelo *Computer Science Department* e pelo *Institute for Simulation and Training*. Hoje já conta com três protótipos do sistema em uso e um quarto em desenvolvimento.

Suporta jogos de representação de papéis para propósitos educacionais baseados em simulação e várias formas de aprendizagem cooperativa. Está fortemente influenciado pela teoria construtivista e conceitos de trabalho em pares, além da resolução de projetos em grupo [23]. Foi projetado como uma aplicação para *Windows*, segue a maioria das convenções deste tipo de aplicação, é cliente/servidor, e utiliza arquivos *bitmap* para gravar as imagens das cenas e dos personagens do mundo virtual.

FIRSTCLASS: *FirstClass Collaborative Classroom* - FCCC é uma ferramenta comercial, desenvolvida pela *SoftArc*⁶¹ para aprendizagem colaborativa e educação a distância, focada para apoiar a conferência via computador. Permite configurar as áreas colaborativas ou conferências em tópicos educacionais, com vários níveis de segurança e acesso por meio da participação de um professor ou estudante moderador.

FCCC também possibilita que professores, alunos e pais estejam conectados, colaborando, gerenciando e publicando conteúdos na Internet, como um verdadeiro campus virtual. A troca de informações é feita através do correio eletrônico ou de chats on-line. As

⁶⁰ http://www.cs.ucf.edu/ExploreNet/public_html/ (desde 1994).

⁶¹ <http://www.softarc.com/>

permissões de acesso são flexíveis, e fácil e convenientemente configuradas para grupos ou indivíduos. Sua interface gráfica é bastante intuitiva e próxima ao padrão Windows e Mac. O FCCC é totalmente multiplataforma e funciona em hardwares simples que já existam nas escolas e na comunidade.

HABANERO⁶²: É um *framework*, desenvolvido pelo *National Center for Supercomputing Applications⁶³*, para alunos da escola elementar e secundária. É composto por uma biblioteca de ferramentas cooperativas (uma janela compartilhada – *whiteboard* – entre todos os participantes, que suporta textos e desenhos, um quadro de avisos, *chat*, um programa para compartilhamento de arquivos, um Navegador de Web compartilhado e uma ferramenta de votação). Permite compartilhamento de objetos Java com pares distribuídos pela Internet e que qualquer aplicação sobre ele se torne cooperativa. Isto é, quando um usuário abre uma das ferramentas em seu espaço privado, ele aparece na interface do outro cliente. Apesar dessas boas características, carece de suporte pedagógico aos professores para o planejamento e execução de tarefas colaborativas. E a interface, além de estar em inglês, possui ícones confusos e mal organizados, o que torna a usabilidade baixa.

LEARNING SPACE⁶⁴: É uma aplicação Lótus Notes projetada para suportar ambientes para a aprendizagem distribuída e colaborativa de maneira assíncrona e síncrona. Implementa uma base de dados múltipla para suportar uma grande variedade de conteúdo instrucional distribuído [4]. O Learning Space 5.0, versão Collaboration, é suportada pela fusão tecnológica de Lótus e da IBM. Esta versão é compatível com a padronização SCORM e permite gravar e reproduzir as seções em tempo real para futuras consultas pelos participantes.

⁶² <http://www.isrl.uiuc.edu/isaac/Habanero/>

⁶³ <http://www.ncsa.edu/>

⁶⁴ <http://www.lotus.com/products/learnspace.nsf/wdocs/homepage>

MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*)⁶⁵: É um Entorno Virtual de Ensino Aprendizagem (EVE-A) centrado na comunicação e nas atividades instrucionais. É um software aberto e de livre distribuição desenvolvido para criar cursos on-line e apoiar a pedagogia do construtivismo social. Isto é, apoiar a colaboração, as atividades de aprendizagem, a reflexão, a crítica etc. O sistema Moodle possui uma interface compatível com qualquer navegador, além de permitir disponibilizar na própria interface textos com cor e figuras, sem necessidade de recorrer a ligações para páginas fora do sistema, o que constitui um aspecto positivo para garantir motivação, além de possibilitar adicionar módulos com diferentes funcionalidades, desenvolvidos por outros fabricantes. Por exemplo, permite agregar um módulo SCORM para suportar a fácil atualização de qualquer pacote padrão SCORM e adicioná-lo como parte de um curso; incorporar o módulo *Wiki* para que os participantes trabalhem juntos na edição de páginas Web. Este sistema é suportado na maioria das plataformas, resultando ser o LMS mais popular pelo fácil gerenciamento, configuração e manutenção das suas bases de dados. Apresenta ferramentas de avaliação incorporadas e permite criar e gerenciar conteúdos e testes.

PROMONDIA⁶⁶: É um projeto que padroniza a comunicação interativa entre usuários da Internet. Opera com *applets* que implementam formas particulares de comunicação, tais como: sessões de chat, jogos, agendas de encontro, sessões apoiadas em *whiteboard* etc. A interface comum entre usuários é uma *applet* cliente, que conecta o usuário ao sistema, e permite que este veja o que um outro usuário está fazendo ao mesmo tempo, conversando ou iniciando uma sessão.

⁶⁵ http://www.ossite.org/join/sp/lms/producto_moodle, <http://moodle.org/>

⁶⁶ <http://decWeb.ethz.ch/WW6/Technical/Paper100/PAPER100-java.html>

SYMPOSIUM⁶⁷: A ferramenta de colaboração *Centra Symposium* é parte de um conjunto de ferramentas que compõem a arquitetura Centra. Foi desenvolvida pela empresa *MicroPower*⁶⁸ para ser uma plataforma totalmente Web, permitindo que usuários participem de sessões virtuais mesmo através de conexões Internet de baixa velocidade.

O *Centra Symposium* caracteriza-se por permitir a realização de sessões virtuais de aprendizagem em um ambiente interativo e gerenciado. Também possibilita que instrutores ou professores conduzam sessões de aprendizagem dinâmicas e eficazes, com recursos como vídeo e áudio por IP (ou teleconferência), compartilhamento de aplicativos, salas de estudo, quadro branco e avaliações, além de suportar o trabalho com sessões, jogo de papéis, laboratórios e atividades de grupo em geral [4].

TELEDUC⁶⁹: O TelEduc é um ambiente para criação, participação de cursos na Web. Ele foi desenvolvido por pesquisadores do NIED - UNICAMP (Núcleo de Informática Aplicada à Educação). Ele é um programa livre, que pode ser utilizado nos termos de licença GNU General Public License versão 2, como publicada pela Free Software Foundation. Esse ambiente possibilita que o docente coloque seu material didático como textos, figuras, vídeos, dentre outros, os quais podem ser disponibilizados para o aluno por meio das ferramentas Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes etc. Há também um conjunto de ferramentas de comunicação como Grupos de Discussão, Mural, Portfólio, Diário de Bordo e Bate-papo que possibilitam maior interação entre os participantes do curso.

⁶⁷ <http://www.centra.com/products/symposium/>

⁶⁸ Empresa que mantém o site e-Learning Brasil com todo tipo de informação sobre ensino a distância.
<http://www.micropower.com.br/>

⁶⁹ <http://teleduc.nied.unicamp.br>

WEBCT⁷⁰: O WebCT é um ambiente de aprendizagem on-line usado por mais de 1500 instituições em mais de 60 países, sendo considerado um dos mais importantes do mercado. O WebCT foi desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Columbia Britânica, Canadá, com o objetivo de criar uma ferramenta que permitisse aos professores a construção de cursos a distância. É um sistema orientado a objetos, que oferece um conjunto de ferramentas muito úteis para diferentes estratégias de cursos. O ambiente é aberto o suficiente para a construção de cursos que privilegiam a transmissão de conteúdo ou a comunicação ou o processo de avaliação. Entre os recursos oferecidos estão o chat, grupo de discussão, e-mail, criação de testes e avaliações, e vários recursos específicos para o professor acompanhar o andamento do curso. Este sistema esteve instalado no Centro de Computação Eletrônica (CCE⁷¹) da USP de 1999 a 2004. Seu uso foi descontinuado devido a uma tendência de crescimento muito elevado no custo anual da licença.

WEBQUEST⁷²: Conceito criado em 1995, por Bernie Dodge, professor da universidade estadual da Califórnia, EUA, como proposta metodológica para usar a Internet de forma criativa. Ele define a webquest como uma atividade de aprendizagem investigativa, em que alguma ou toda a informação com que os alunos interagem provém da Internet. Em geral, uma webquest é elaborada pelo professor, para ser solucionada pelos alunos, reunidos em grupos. Uma webquest sempre parte de um tema e propõe uma tarefa, que envolve consultar fontes de informação especialmente selecionadas pelo professor. Essas fontes, chamadas de recursos, podem ser livros, vídeos, e mesmo pessoas a entrevistar, mas normalmente são sites ou páginas na Web. É comum que a tarefa exija dos alunos a representação de papéis, para promover o contraste de pontos de vista ou a união de esforços

⁷⁰ <http://www.webct.com/>

⁷¹ <http://www.usp.br/cce/>

⁷² <http://edweb.sdsu.edu/people/bdodge/bdodge.html>

em torno de um objetivo. Esta filosofia permite orientar o uso educacional da Web, com fundamento na aprendizagem cooperativa e os processos investigativos na construção do saber.

Contata-se um interesse crescente de pesquisa e utilização de WebQuests, em conjunto com as ferramentas Blog⁷³. De uma certa forma o Blog é um CMS's (Content Management System) mais simples, que permite organizar qualquer tipo de conteúdo e ser utilizado para diversos fins. Uma das vantagens das ferramentas Blog é permitir que os usuários publiquem seu conteúdo sem a necessidade de conhecimento técnico especializado, para construir páginas na internet. O conteúdo do Blog pode ser encaixado dentro de um site, transformando algumas seções em Blogs, que podem conter recursos para receber comentários de outras pessoas sobre o conteúdo publicado, assim como ferramentas de comunicação para grupos que permitem a troca de idéias e informações entre os participantes. Um outro recurso disponível para os blogs é o Perfil do blog, que permite listar e localizar os blogs associados a uma pessoa e/ou conteúdo.

WEBSABER⁷⁴: Ferramenta desenvolvida no Departamento de Informática da PUC-Rio [93]. O ambiente é voltado para a resolução colaborativa de problemas. Está organizado segundo um modelo de hipertexto, e conta com um editor cooperativo, um Bloco de Notas, e ferramentas de comunicação e cooperação da Internet. WebSaber destina-se preferencialmente a alunos de ensino médio coordenados por um tutor. O sistema utiliza a metáfora de uma sala de reunião, como o local principal das interações entre os estudantes e o tutor, para a resolução cooperativa de problemas. Este local é composto de um Hall, uma sala de estar e uma sala de trabalho. Em um mural no Hall são apresentados os problemas que

⁷³ Abreviação de *weblog*. <http://www.centrorefeducacional.pro.br/blogsead.htm>, <http://www.blogger.com/start>

⁷⁴ [http://www.puc-rio.br/parcerias/kidlink/brasil/acd/sabermails .htm](http://www.puc-rio.br/parcerias/kidlink/brasil/acd/sabermails.htm)

estão à espera de soluções. Se os participantes estão em busca de uma solução podem entrar na sala de estar, que é o local das trocas sociais. Os encontros de trabalho ocorrem na sala de trabalho, onde há ferramentas para comunicação e apoio às soluções do problema. *WebSaber* diferencia-se de ambientes análogos por oferecer ao tutor suporte para tutoria e propor e apoiar uma forma abrangente de trabalho.

WIKI: Filosofia criada em 1995 por Ward Cunningham⁷⁵. Permite a construção livre e coletiva do conhecimento, de modo que qualquer pessoa pode editar, de forma colaborativa, documentos ou páginas interligadas, com uma linguagem de marcação muito simples, apenas com a utilização de um navegador Web. O sistema de direitos de publicação está claramente definido, qualquer pessoa pode escrever, acrescentar, revisar e editar e até apagar qualquer artigo, de modo que ninguém é dono do artigo que iniciou.

A maior parte dos softwares para criação de **Wikis** são livres e gratuitos. Exemplo de utilização é o projeto **Wikipédia**⁷⁶, iniciado em janeiro de 2001 com o objetivo de criar uma enciclopédia livre, completa e precisa. Desde então, está sendo construída por milhares de colaboradores de todo o mundo. Até dezembro de 2004, haviam sido criados mais de 1 milhão de artigos em dezenas de línguas.

Uma outra aplicação, que está sendo desenvolvida na USP, é **Portal Colaborativo** para acompanhamento de disciplinas da Faculdade de Educação (FE-USP), aplicando a filosofia **Wiki** e ambientes de colaboração on-line da Incubadora Virtual de Conteúdos Digitais da FAPESP.

⁷⁵ Ward Cunningham (1949), especialista em programação orientada a objetos, e inventor do conceito WikiWiki. Mestre em Ciências da Computação pela Universidade de Purdue, Estados Unidos. Criador do primeiro site Wiki: The Portland Pattern Repository, em 1995. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Portland_Pattern_Repository. [consultado 03/2005].

⁷⁶ Disponível em <http://www.wikipedia.org>. [consultado 03/2005]

3.3.4. Comparação e Características gerais dos PASF

A partir da informação coletada anteriormente, foram tabuladas as características de interesse para este trabalho, de forma a permitir uma melhor compreensão das vantagens, desvantagens e utilidade dos PASF para CSCL. Tabela 3-3, Tabela 3-4 e Tabela 3-5 .

Tabela 3-3: Comparação de Ambientes para CSCL

Ambientes para CSCL	Técnica de aprendizagem em grupo considerada	Domínio de aplicação do ambiente	Tipo de comunicação permitido no ambiente	Relação do ambiente com outras áreas	Representação do processo de grupo	Facilidades de reutilização
AULANET	Discussões on-line	Interatividade baseada em compromissos	Síncrona e assíncrona	Desenvolvimento de modelo de colaboração	Categorização de mensagens nos serviços de comunicação: lista de discussão e conferências	Reutilização de conteúdos de cursos através da importação de arquivos
BELVEDERE	Aprendizagem baseada em problemas	Discussão de teorias científicas, construção de mapas conceituais	Síncrona e assíncrona	Inteligência artificial	Representado por meio de gráficos e esquemas gráficos relacionados	Não especificado
FÓRUM	Discussões on-line	Reuniões, sessões de <i>brainstorming</i> e tomada de decisões	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Sistema de conferência	Não especificada
TURBOTURTLE	Discussão	Aprendizagem da física newtoniana	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Coordenação por conta dos próprios participantes	Não especificada
WORLDS	Teoria dos Locais	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Metáfora dos locais e suas respectivas ferramentas de comunicação e interação.	Não especificada

Das características dos PASF comparados nestas tabelas, constatou-se que poucos deles oferecem suporte para o gerenciamento das interações de forma ordenada, e poucos se apresentam na forma de soluções integradas; todos disponibilizam comunicação síncrona e assíncrona, por meio de listas de discussões, salas de chat ou algum tipo de serviço de e-mail;

mas a característica comum a todos é a utilização da Internet como mídia de interação e troca de informações.

Ambientes e sistemas como Habanero e Promondia foram desenvolvidos para a cooperação síncrona em tarefas de pesquisa, e permitem adequação às tarefas, aos objetivos e às características dos usuários. Isto é, permitem o desenvolvimento de aplicações personalizadas, portanto podem gerar novos ambientes adaptados às necessidades educacionais específicas, por isso são considerados sistemas flexíveis. Claro que a customização requer um considerável esforço de implementação, o que em determinados casos pode se constituir em uma grande desvantagem.

Embora alguns pesquisadores como Wessner e Pfister [109] sejam enfáticos quanto à integração de ambientes colaborativos em ambientes de cursos on-line, a maioria desses ambientes são concebidos como aplicações independentes. Isto constitui uma situação desfavorável à formação correta dos grupos, pelo fato de não possibilitar a extração da informação sobre o comportamento dos alunos nas atividades do curso em relação ao domínio e formas da aprendizagem, necessários para formar os grupos apropriados a cada tipo de atividade colaborativa.

Do ponto de vista educacional, a maioria dos PASF estudados não oferece todas as opções de apoio ao professor, necessárias ao bom desenvolvimento e execução de aplicações colaborativas. Isto é, eles não disponibilizam o suporte adequado à definição de aplicações para grupo, e se limitam a fornecer somente um conjunto de ferramentas para desenvolver algumas atividades. Os PASF em geral enfatizam as ferramentas de comunicação e cooperação síncronas baseadas em duas abordagens principais: a troca de informação e o compartilhamento da informação, por meio das interações.

Tabela 3-4 : Comparação de Projetos para CSCL

Projetos para CSCL	Técnica de aprendizagem em grupo considerada	Domínio de aplicação	Tipo de comunicação permitida	Relação do projeto com outras áreas	Representação do processo de grupo	Facilidades de reutilização
CORONET-TRAIN	Resolução de problemas em grupo	Engenharia de Software	Síncrona e assíncrona	Gerencia-mento do conhecimento	Através de um moderador da rede	Suporta especificações IMS/LRN 2.0 e SCORM
EVE-A	Específica para cada tipo de ambiente	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Otimização do consumo de largo de banda	Materiais educativos em formato digital: textos, imagens, áudio, jogos, simulações.	Não especificada
INTEC	Seminários, discussões on-line e resolução de problemas	Ensino da ciência, especificamente da Matemática	Síncrona e assíncrona	Desenho colaborativo	Através de gráficos	Não especificada
INTERSIM	Não especificada	Prática médica	Síncrona e assíncrona	Interação humana, interação com as mídias, desenho	Interação através da simulação	Não especificada
NETPRO (versão piloto)	Aprendizagem baseada em projeto	Engenharias	Síncrona e assíncrona	Pedagógica e tecnologia: novos modelos e métodos para aprendizagem baseada em projetos pela rede	Através de aplicações de bancos de dados	Suportar especificações SCORM
SHARE	Não especificada	Desenvolvimento de produtos	Síncrona e assíncrona	Inteligência Artificial	Através de agentes	Não especificada
ZEBU	Interação	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Não especificada	Não especificada
PROJETO TIDIA	Não especificada	Edição cooperativa de conteúdos digitais	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Não especificada	Não especificada
PROJETO de Nunes e Sousa	Pedagogia de Projetos	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Não especificada	Não especificada
PROJETO de Rosatelli	Estudo de caso	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Inteligência Artificial	Monitora a discussão do caso	Não especificada
PROJETO de Wessner e Pfister	Grupo de discussão, painel de oposição e <i>brainstorming</i>	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificada	Não especificada	Não especificada

Tabela 3-5: Comparação de Sistemas e *Frameworks* para CSCL

Sistemas e <i>Frameworks</i> para CSCL	Técnica de aprendizagem em grupo considerada	Domínio de aplicação do ambiente	Tipo de comunicação permitido no ambiente	Relação do ambiente com outras áreas	Representação do processo de grupo	Facilidades de reutilização
COL	Não especificado	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através do correio eletrônico ou de chats online	Não especificada
CBE	Teoria dos Locais	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Programação, <i>applets</i> Java	Metáfora dos locais, utilização de <i>applets</i>	Não especificada
DEGREE	Aprendizagem baseada em problemas	Não especificado	Assíncrona	Teoria de grafos	Grafo de conversação, discussão estruturada	Não especificada
EXPLORE-NET	Jogos de representação de papéis e simulação	Qualquer área de conhecimento	Não especificado	Teoria do Jogos, Ambientes virtuais	Baseado em gráficos bidimensionais	Não especificado
FIRSTCLASS	Apóia fundamentalmente a conferência via computador	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através do correio eletrônico ou de chats online	Não especificado
HABANERO	Carece de suporte pedagógico	Escola elementar e secundária	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através de compartilhamento de objetos Java	Não especificado
LEARNING SPACE	Não especificado	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Discussão em grupo, colaboração síncrona	Suporta o padrão SCORM
MOODLE	Não especificado	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Incorpora módulos de diferentes funcionalidades e fabricantes	Suporta o padrão SCORM
PROMONDIA	Jogos, discussão	Não especificado	Síncrona e assíncrona	Programação, <i>applets</i> Java	Opera com <i>applets</i> nas sessões de interação	Não especificado
SYMPOSIUM	Simpósio	Executivos, reuniões virtuais	Síncrona e assíncrona	Recursos humanos, vendas, finanças, marketing e planejamento estratégico	Trabalha com sessões, jogo de papéis, laboratórios	Não especificado
TELEDUC	Não especificado	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através do correio eletrônico ou de chats online	Não especificado
WEBCT	Não especificado	Qualquer área de conhecimento	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através do correio eletrônico ou de chats online	Não especificado

(continuação da Tabela 3-5)

WEBQUEST	Não especificado	Não especificado	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através da Web	Utilização de Blogs
WEBSABER	Aprendizagem baseada em problemas	Ensino médio	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Utiliza a metáfora de uma sala de reunião. Possui coordenação do grupo	Não especificado
WIKI	Não especificado	Edição colaborativa de documentos	Síncrona e assíncrona	Não especificado	Através da Web	Não especificado

A maioria dos PASF se enquadra no paradigma construtivista e oferece suporte para formas inovadoras de aprendizagem. Porém, alguns aspectos pedagógicos e socioculturais ainda não foram satisfatoriamente resolvidos. Em grande parte, isto se deve à complexidade e à dificuldade em traduzir as questões sociais e pedagógicas em soluções tecnológicas flexíveis, que permitam o emprego da tecnologia sem dificultar a liberdade pedagógica.

Contudo, os PASF estudados suportam alguns dos tipos de atividades de aprendizagem conhecidos: tutoriais, resolução de problemas, simulações, jogos de representação de papéis, simpósio, estudo de caso, grupo de discussões, painel de oposição e **brainstorming**. Destacam-se dois PASF com suporte às atividades de aprendizagem baseadas em projetos: NETPRO e o PROJETO de Nunes e Sousa. Porém, estes não apóiam cada uma das etapas necessárias em um projeto, úteis no ensino da Engenharia.

Por outro lado, cada um dos PASF apresentados atinge os objetivos de forma exclusiva, sem que haja uma preocupação por parte dos seus projetistas em criar ferramentas e ambientes de caráter universal, reutilizáveis por outras aplicações, e que sirvam à ampla variedade de conteúdos instrucionais. Logo, para cada um deles foi o ensino de assuntos específicos o que condicionou, a rigor, o desenvolvimento de uma solução particular.

O estudo e pesquisa sobre os diferentes PASF para a aprendizagem colaborativa pela Web aqui apresentados, também permitiram perceber que os sistemas de ensino a distância demandam o suporte à interoperabilidade como uma característica de muita importância. Porém, poucos dos PASF para CSCL suportam especificações encaminhadas à reutilização dos recursos de aprendizagem desenvolvidos em diferentes formatos e plataformas.

O enfoque geral de todos os PASF consultados está na direção de prover suporte síncrono e garantir persistência de estado entre as sessões síncronas, de modo que podem suportar também trabalho assíncrono, o que converte as aplicações colaborativas em recursos instrucionais cada vez mais flexíveis em relação à funcionalidade e ao campo de aplicação.

Sobre a perspectiva orientada à Inteligência Artificial vale comentar que nestes casos se utilizam modelos baseados em agentes que levam em conta os objetivos dos alunos e as estratégias utilizadas para transmitir o conteúdo do curso. Esses modelos são usados para identificar situações que precisam de atividades colaborativas e para selecionar os métodos e as técnicas mais apropriadas a cada situação; é o caso do projeto SHARE, do Projeto de Rosatelli e do ambiente Belvedere.

Em relação à representação do processo de grupo, cada um dos PASF analisados oferece uma forma diferente de representar o processo de colaboração do grupo, por exemplo, por meio de um moderador da rede, de materiais educativos em formato digital, de simulação, de aplicações de bancos de dados, de agentes, de monitoração da discussão, de classificação das mensagens nos serviços de comunicação, pela coordenação por conta dos próprios participantes, de metáfora dos locais, de metáfora de uma sala de reunião, de *applets*, de gráficos bidimensionais, de correio eletrônico ou de chats on-line, do compartilhamento de objetos Java, e por grafo de conversação.

Especificamente percebeu-se que, dentre os PASF comparados, só um deles provê suporte à coordenação das atividades do grupo e suporte a tomada de decisões, o sistema DEGREE, que representa o processo de colaboração como uma discussão estruturada e oferece uma solução para a coordenação das intervenções dos membros do grupo nas aplicações de aprendizagem baseada na resolução de problemas.

Sem dúvida alguma, a diversidade de PASF constitui um impulso para o desenvolvimento da área de aprendizagem colaborativa a distância, mas também cria um conflito na hora de decidir quais ferramentas são as adequadas para um curso específico e para um conjunto de necessidades instrucionais particulares.

Especificamente para a aprendizagem da metodologia de execução de projetos, pelo método de projetos (conhecimento muito necessário para os aprendizes de Engenharia e, portanto, assunto de interesse neste trabalho), ainda não foi encontrada nenhuma aplicação nem ambiente adequado, focado especificamente para o Método de Projetos. Daí que o presente trabalho propõe um modelo geral, válido para a criação de qualquer aplicação de aprendizagem colaborativa da área de Engenharia que considere o processo de colaboração envolvido nas etapas de execução de um projeto qualquer.

De toda esta análise conclui-se que uma adequada harmonia entre os aspectos tecnológicos e instrucionais, envolvidos na implementação de aplicações colaborativas, é a chave para atingir com sucesso uma aprendizagem verdadeiramente efetiva. Esta harmonia necessária é regida por uma série de requisitos e propriedades que os ambientes de aprendizagem colaborativa devem satisfazer, logo a seguir apresentados.

3.4. Requisitos e propriedades dos ambientes de aprendizagem colaborativa

Para que um ambiente de aprendizagem colaborativa atinja as expectativas e exigências educacionais, cruzando as barreiras da distância, deve satisfazer uma série de requisitos e propriedades. Como resultado de uma análise crítica da compilação de informações colhidas da literatura comum e da escolha criteriosa do autor [10], [25], [63],[72],[86],[102], a seguir são apresentados os mais importantes requisitos e propriedades.

3.4.1. Propriedades desejáveis dos ambientes de aprendizagem colaborativa

1. Fornecer ferramentas de persistência da informação gerada pelo grupo na construção do conhecimento.
2. Fornecer ferramentas de recuperação, que identifiquem as informações capazes de promover uma mudança de estado no processo colaborativo e permitam a sua restauração.
3. Fornecer ferramentas de registro de opiniões, conflitos e documentos do grupo em formato digital (Memória do grupo).
4. Permitir a interação entre os usuários, e destes com determinados recursos externos, que também possam ser utilizados de maneira colaborativa.
5. Possuir uma arquitetura aberta, com o objetivo de criar aplicações de aprendizagem interoperáveis e conectadas entre elas de forma simples (*plug-and-play*), o que significa que ferramentas ou produtos comerciais de diferentes fabricantes possam se engajar num único sistema global. Por exemplo,

o sistema COL,⁷⁷ a infra-estrutura jVE,⁷⁸ e o *framework Collab*,⁷⁹ todos do LARC. Para isso é necessário que a definição da arquitetura do ambiente de aprendizagem colaborativa seja conforme a um modelo padrão.

6. Fornecer mecanismos de coordenação das atividades do grupo.
7. Garantir alguma privacidade aos usuários; por exemplo, permitindo o trabalho com documentos não compartilhados.
8. Ter um desenho escalável e adaptável a mudanças, isto é, a arquitetura do sistema deve estar definida de modo que permita seu crescimento, em relação ao repositório de objetos de aprendizagem (ver nota 11), de número de alunos ou participantes da atividade de aprendizagem.
9. Satisfazer as necessidades e preferências dos alunos; por exemplo, permitindo-lhes configuração personalizada da sua área de trabalho.
10. Proporcionar recursos completos multimídias para suportar uma ampla variedade de documentos e interações entre os membros do grupo, úteis em disciplinas específicas.

3.4.2. Requisitos necessários dos ambientes de aprendizagem colaborativa

1. Ser um ambiente que forneça ferramentas para a comunicação síncrona, isto é, permitir interação em tempo-real; por exemplo, a comunicação escrita numa área de *chat*.

⁷⁷ COL: Sistema de gerenciamento de Cursos Online, desenvolvido no LARC, EPUSP, 2000.

⁷⁸ jVE: *Java Virtual Environment*, uma arquitetura para suporte ao desenvolvimento, execução e integração de aplicações colaborativas, desenvolvida por Clovis Harada (LARC, EPUSP, 2001).

⁷⁹ Collab: infra-estrutura de suporte à utilização colaborativa de simuladores de redes de computadores. Implementada para executar mais de um tipo de simulador utilizando o jVE, desenvolvida por Vilcachagua (LARC, EPUSP, 2001).

2. Permitir o acesso remoto de clientes distribuídos, isto é, disponível aos alunos desde qualquer ponto geográfico (Internet).
3. Suportar aplicações distribuídas e os seus respectivos mecanismos de atualização da informação para todos os usuários que participam e modificam o ambiente continuamente, entrando, saindo ou variando parâmetros.
4. Ter a capacidade de percepção e reconhecer outros participantes do ambiente compartilhado, assim como perceber o que os outros participantes estão fazendo.
5. Ser um ambiente confortável e agradável para os usuários, de fácil usabilidade, no qual todos os dispositivos de suporte ao trabalho colaborativo e todas as funções desenvolvidas para acessar os dados estejam integrados.
6. Permitir a participação de múltiplos usuários que possam, em cada passo da realização da tarefa em grupo, expressar suas dúvidas, critérios, sugestões, além de poder negociar soluções aos problemas a serem resolvidos e realizar atividades conjuntas.
7. Ser um ambiente que permita sua execução em hardware econômico, independente da plataforma e sobre a infra-estrutura de redes padrões.

3.5. Considerações gerais

Os sistemas aqui apresentados para suporte ao trabalho e aprendizagem em grupo mediada pela tecnologia foram escolhidos devido à maior frequência de aparição em publicações da área. Porém, não são certamente os únicos existentes, dado que a interação e a colaboração são temas bastante abrangentes e, também, porque este trabalho vem sendo desenvolvido desde outubro de 2000.

Pode-se dizer que esses sistemas de suporte ao trabalho em grupo a distância estão no caminho de se tornarem ferramentas comuns e fundamentais nas futuras interfaces de aprendizagem colaborativa na Web. Contudo, precisam ser melhorados muitos aspectos que têm passado a ser considerados requisitos e propriedades desejáveis, com a intenção de atingir uma aprendizagem em grupo efetiva. Os sistemas atuais precisam, também, de mecanismos que avaliem corretamente qual tipo de aplicação colaborativa deve ser escolhido para cada tarefa a ser desenvolvida em grupo.

Em geral, os sistemas estudados são inadequados para atividades educativas na Engenharia, que envolvem realização de projetos. Eles também carecem de um modelo conceitual capaz de representar a colaboração e de facilitar a preparação de aplicações colaborativas. Cada um deles define a estrutura, o conteúdo e a organização da aplicação em grupo, segundo seu próprio formato, não permitindo, assim, a reutilização das aplicações por outros sistemas.

Contatou-se que para as atividades de aprendizagem em grupo ainda não foram divulgadas especificações tanto para o formato da estrutura estática da aplicação, como especificações para o formato do comportamento dinâmico na sua execução. Porém, na busca de interoperabilidade nas aplicações de **aprendizagem individual**, os especialistas estão se esforçando por manter um compromisso com os padrões ou especificações *e-Learning*, aprovados pelos comitês de padronizações internacionais.

Perante a ausência de especificações para a aprendizagem em grupo, é necessário, pelo menos, conhecer as especificações para a aprendizagem individual, e, baseando-se nelas, elaborar um modelo para construir e usar as aplicações colaborativas de forma a garantir interoperabilidade entre elas. A seguir são apresentadas as especificações *e-Learning* que vêm sendo introduzidas no modelo a distância orientado à aprendizagem individual.

4. Especificações SCORM para o modelo de EAD orientado à aprendizagem individual

O modelo SCORM oferece uma importante contribuição ao desenvolvimento de aplicações para educação a distância. Este modelo inclui um conjunto de especificações que descrevem um formato comum para os recursos utilizados pelos ambientes de aprendizagem, as funções dos objetos de aprendizagem, conhecidos como Objetos de Conteúdo Compartilháveis (*Sharable Content Objects* – SCO), além das funções dos Sistemas de Gestão da Aprendizagem (*Learning Management System* – LMS).

A definição de Objeto de Aprendizagem é atualmente um tema de debate, tanto na esfera tecnológica como na educativa. Aqui, estes objetos são definidos como recursos instrucionais que carregam funções com objetivos de ensino bem determinados. Estes recursos são adaptáveis às necessidades, às habilidades, aos interesses e aos estilos cognitivos de cada aprendiz.

Para a educação a distância, estes objetos se apresentam em formato digital, podendo estar compostos por conteúdo instrucional multimídia, por outros objetos de aprendizagem, por ferramentas e softwares educacionais. Eles podem ser acessíveis em qualquer lugar e tempo, representando assim um importante papel na aprendizagem eletrônica.

As especificações de criação e manipulação destes objetos são registradas por meio de três modelos: o modelo de agregação de conteúdo, o de ambiente de execução dos objetos educacionais baseados na Web, e o de navegação. Estes modelos são brevemente descritos a seguir e referem-se à versão SCORM 2004 [2].

4.1. Modelo SCORM de agregação de conteúdo

O Modelo SCORM de agregação de conteúdo (CAM – *Content Aggregation Model*) estabelece métodos técnicos e um conjunto de regras e normas para a construção e a organização dos conteúdos de ensino numa unidade de instrução coesa, chamada pacote. Os conteúdos de ensino são apresentados aos alunos por meio de uma sequência de navegação definida pela atribuição de pré-requisitos a cada conteúdo. Cabe ao LMS interpretar a sequência descrita e controlar a navegação da forma desejada.

O modelo também define como o conteúdo didático individual pode ser identificado, descrito e agregado a um curso, ou a parte dele, e, também, como esse conteúdo pode ser compartilhado entre diferentes sistemas.

4.1.1. Componentes do modelo de conteúdo SCORM

O Modelo de conteúdo SCORM define como recursos instrucionais, simples e compartilháveis, são agregados às unidades de instrução mais complexas. O modelo está composto de informação instrucional apresentada em forma de páginas Web, arquivos multimídia, texto, objetos de avaliação ou qualquer outro tipo de dado contido num arquivo.

Os conteúdos podem ser dos três tipos a seguir:

- **Asset:** Apresenta-se como um arquivo visualizável num Web *Browser*, que contém os dados mais elementares armazenados como ilustrações, animações, simulações, vídeo, áudio, texto, aplicações baseadas em *applets*, aplicações baseadas em *plug-in*, e outras formas de representação eletrônica de dados (Figura 4-1).

Figura 4-1: Exemplos de *Assets* (adaptado de [2]).

- **SCOs:** Referem-se aos objetos de aprendizagem compartilháveis. É o nível mais baixo de granulação dos recursos instrucionais que um sistema LMS pode processar usando o modelo de dados da SCORM para os ambientes de execução (SCORM RTE). Esses objetos podem ser distribuídos pela Internet e Intranet, e disponibilizados simultaneamente para um considerável número de pessoas. Eles são representados por pequenos componentes instrucionais com um objetivo de aprendizado específico. Constituem o ponto chave no padrão SCORM, e nesse contexto são definidos como uma coleção de *Assets*, de modo que podem estar compostos por outros objetos SCO. Esses objetos podem ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem, objetivando o aumento da flexibilidade de uso e atualização deles, além de proporcionar uma alta eficiência e baixo custo de preparação dos novos produtos para a aprendizagem. O tamanho de um objeto é variável de acordo com o seu objetivo e o seu projetista, podendo ter uma ou várias páginas de conteúdo, Figura 4-2.
- **Content Aggregation** (agregação de conteúdo): Constituídos pela união conveniente de vários SCO, que dão origem a um curso ou uma atividade de aprendizagem. Apresentam-se como uma tabela de conteúdos de SCO que permite organizar a seqüência e navegação do conteúdo dentro de um curso.

Figura 4-2: Composição de um SCO (adaptado de [2]).

Componente SCORM Metadata:

Os SCORM Metadata são arquivos de dados que contêm características e modo de uso recomendados para cada um dos componentes do Modelo de Conteúdo (Figura 4-3).

Figura 4-3: Componentes do Modelo de Conteúdo SCORM para o modelo de EAD orientado à aprendizagem individual

Os SCORM Metadata são arquivos de dados que descrevem uma forma consistente que serve para identificar, categorizar, buscar e encontrar os componentes do Modelo de Conteúdo, num repositório de recursos instrucionais de modo a garantir o reúso e o compartilhamento deles.

4.1.2. Características dos objetos de aprendizagem

O modelo SCORM apresenta importantes características para os objetos de aprendizagem:

- **Reusabilidade (reutilização):** Significa flexibilidade para adicionar conteúdo didático em múltiplas aplicações e contextos e para diferentes propósitos.
- **Acessibilidade:** É a facilidade de acessar objetos de aprendizagem disponíveis em repositórios distantes e poder distribuí-los para outros locais. Está ligada ao fato de os objetos serem identificados pelos metadados, deixando-os mais fáceis de serem localizados.
- **Interoperabilidade:** Refere-se à habilidade para operar em diferentes tipos de plataformas.
- **Escalabilidade:** É a facilidade de utilizar os objetos de aprendizagem por um número pequeno ou grande de usuários.
- **Durabilidade:** A capacidade de adiar a obsolescência dos cursos. Mesmo diante das mudanças da tecnologia, não são necessárias modificações significativas no planejamento, configuração e codificação.
- **Custo:** O custo da produção e distribuição dos objetos de aprendizagem pode ficar mais acessível. As produtoras e instituições de ensino apostam na economia de escala.

4.2. Empacotamento do Conteúdo SCORM

As especificações do empacotamento de conteúdo oferecem uma forma padronizada para estruturar e intercambiar o conteúdo de aprendizagem entre os diferentes sistemas de gerenciamento de aprendizagem e as diferentes ferramentas de autoria.

O empacotamento de conteúdo reserva um lugar para descrever a estrutura ou organização do conteúdo e o comportamento recomendado para um conjunto de conteúdo instrucional. Oferece um guia de implementação para empacotar *Assets*, SCOs e organização de conteúdo. Os componentes principais do empacotamento de conteúdo, comentadas a seguir são: o pacote e o manifesto.

4.2.1. O pacote

O elemento chave deste modelo é o PACOTE. Ele representa uma unidade de aprendizagem,⁸⁰ que pode ser distribuída como uma parte independente de um curso, como um curso inteiro, ou como uma coleção de cursos. Os pacotes estão compostos por dois elementos: o **manifesto** e o **conteúdo**, Figura 4-4.

Figura 4-4: Modelo conceitual de agregação de conteúdo (extraído de [2], p. 39).

⁸⁰ Recomenda-se consultar [41], onde aparece uma definição geral de Unidades de Aprendizagem. Observar como o conceito evoluiu só em função da procura de uma padronização.

4.2.2. O manifesto

É um documento em formato XML⁸¹ que descreve os conteúdos encapsulados e a organização deles. Este arquivo é associado a cada parte do conteúdo, o que permite que o conteúdo seja procurado e achado em todos os LMS em que o pacote do curso é disponibilizado, facilitando assim o seu reuso e compartilhamento. O manifesto pode ser considerado como um índice dos conteúdos do pacote que, além disso, aporta informações sobre a forma de apresentar esses conteúdos.

O manifesto que se refere ao pacote chama-se, por convênio, “imsmanifest.xml”. Este é o manifesto principal, que descreve o pacote como um todo. Porém, podem também haver submanifestos que, no caso, descreveriam outros recursos incluídos no pacote, como, por exemplo, outros cursos. Os submanifestos têm sua representação como elementos dentro do manifesto principal. Esta possibilidade facilita a agregação e desagregação de pacotes.

O manifesto está composto pelas seguintes seções:

- **Seção de Metadados:** Contém elementos XML que descrevem o manifesto. Estes elementos são dados que representam informações sobre os diversos componentes, *Assets*, *SCO*, e *Content Aggregation*, de forma a permitir a busca acelerada e eficiente dos objetos dentro de um repositório de objetos reusáveis.
- **Seção de Organização:** Contém elementos que descrevem as diferentes formas de apresentar os conteúdos; por exemplo, a estrutura de um curso definida em forma de árvore, ou mapa de conteúdo, com as indicações de navegação por meio de botões, *links* etc. A Figura 4-5 mostra um exemplo de organização de conteúdo.

⁸¹ A XML (*eXtensible Markup Language*) é uma linguagem de marcadores como a HTML, que surgiu de um projeto desenvolvido pelo *World Wide Web Consortium – W3C*. Enquanto HTML foi projetada para exibir dados, a XML foi desenhada para descrever dados. A sua grande vantagem é ser extensível e autodefinível, ou seja, o usuário não está limitado a um certo número de *tags* (etiquetas) e pode criar as suas próprias *tags*.

As unidades de instrução estruturadas (UI), representadas na seção de organização, podem conter outras unidades de instrução, que por sua vez podem conter outras UI, e assim por diante, não existindo limite para os níveis de inclusão das atividades. Na Figura 4-5, as UI que não contêm outras UI poderiam ter associados recursos instrucionais (SCO, ou simplesmente *Asset*) para serem usados na execução da UI.

- **Seção de Recursos:** Contém referências de todos os recursos e elementos multimídia declarados no manifesto. Indicam-se quais são os arquivos físicos que correspondem a cada parte do curso e as referências aos arquivos externos e aos submanifestos que possam conter ou não outros manifestos aninhados.
- **Seção de submanifestos:** Contém informação dos diferentes níveis de manifestos aninhados.

Figura 4-5: Organização do Conteúdo (adaptado de [2]).

Arquivo de Intercâmbio de Pacotes (PIF- *Package Interchange File*)

Quando são criados os pacotes, eles geralmente são guardados em formato comprimido num arquivo PIF com o intuito de facilitar a sua distribuição pela Web. O PIF pode ter diversos formatos, sendo os mais utilizados: zip, jar, tar e cab.

4.3. Ambiente de execução RTE⁸²

O modelo SCORM RTE oferece um método para permitir interoperabilidade entre a aprendizagem baseada em Objetos de Aprendizagem Compartilháveis e os Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem (LMS), por meio de especificações de API (*Application Programming Interface*). Isto significa que o modelo define a forma em que os conteúdos de ensino podem ser visualizados em diferentes LMS e tenham em todos o mesmo comportamento. Isto é, o RTE especifica um modelo de dados que determina como os SCO são enviados para o *browser* e define o protocolo que os SCO e o LMS irão usar para se comunicar entre si.

Para que um pacote de SCORM seja interoperável, cada SCO deve conter as interfaces especificadas para o ambiente de execução LMS. O modelo de execução define um ambiente de execução que inclui o protocolo específico para a iniciação de conteúdos Web, uma interface de programação das aplicações API entre o conteúdo e o LMS, e um modelo de dados que define o fluxo de dados trocados entre o LMS e o conteúdo que se disponibiliza no ambiente de execução.

As especificações do modelo são organizadas em três componentes de interface:

- **Interface de Iniciação (comunicação):** É o protocolo http para iniciar um *Asset*, ou um recurso de SCO. Necessário porque um SCO precisa iniciar a comunicação

⁸² *Run-Time Environment*

com o LMS. O SCO deve conter métodos para encontrar o adaptador do API depois que foi entregue ao web *browser*. O LMS tem a responsabilidade de entregar o adaptador do API, que é um modelo de objeto do domínio (DOM).

- **Interface de Programação de aplicações (API):** São funções padrões que permitem que um recurso SCO envie informação de estado (inicial, final, em condição de erro) e também os dados da troca (comece e ajuste). Os recursos de SCO iniciam toda a comunicação ao adaptador do API, que se comunica por sua vez com o LMS, que não inicia comunicações.
- **Interface do Modelo de dados:** Contém os elementos de dados (de entrada e de saída) trocados entre o LMS e o recurso de SCO. As funções de iniciar e ajustar os elementos de dados corresponde somente ao recurso SCO. A responsabilidade por manter o estado desses elementos de dados, através das sessões do usuário, fica por conta do LMS. Em breves palavras, define a “linguagem” usada pelos SCO e pelo LMS para se comunicarem.

4.4. Seqüência de navegação SN⁸³

Na versão 1.3.1 de SCORM foi definido o modelo SCORM SN, que descreve como devem ser seqüenciados os eventos de navegação iniciados pelo sistema ou pelo usuário. O fluxo dos conteúdos deve estar descrito pelas atividades predefinidas no planejamento da atividade de aprendizagem. As especificações deste modelo indicam como os eventos de navegação do usuário e do sistema podem ser iniciados e processados.

⁸³ *Sequencing and Navigation*

A idéia é definir um modo de representar o comportamento da aprendizagem do aluno de forma tal que qualquer sistema LMS consiga dar continuidade às atividades de aprendizagem, descritas de uma forma coerente.

4.5. Passos para a criação de um curso segundo as especificações SCORM

No desenvolvimento de um curso a distância orientado à aprendizagem individual que satisfaça as especificações SCORM devem ser seguidos os passos resumidos a seguir:

1. O especialista no conteúdo cria Objetos de Aprendizagem Compartilháveis (SCO), que envolvem atividades de aprendizagem somente individuais.
2. O responsável instrucional cria o curso a partir dos Objetos de Aprendizagem Compartilháveis, executando a seqüência de tarefas a seguir:
 - Seleção dos SCO adequados.
 - Definição da seqüência de SCO.
 - Elaboração do metadado (XML) para o Objeto Compartilhável de Conteúdo.
 - Agregação de todos esses recursos num pacote de curso e elaboração do arquivo de Manifesto (imsmanifest.xml), em que é definida a estrutura do curso.
 - Empacotamento de todos esses elementos (partes, objetos, manifesto) via WinZip, podendo publicá-los num Servidor de Conteúdos.
3. O gerente do curso instala o curso num ambiente LMS que suporte especificações SCORM. A instalação segue a seqüência a seguir:
 - Copia o curso para o LMS escolhido.

- O LMS identifica a estrutura do curso descrita no arquivo `imsmanifest.xml`.
 - Estabelece os direitos apropriados de acesso para os alunos e professores.
4. Os alunos podem interagir com o conteúdo do curso de forma assíncrona.

4.6. Considerações gerais

O modelo SCORM especifica um formato comum para os objetos de tipo instrução, avaliação e prática individual, que são os objetos utilizados pelos ambientes de aprendizagem orientados ao modelo de aprendizagem individual.

Para as atividades de aprendizagem em grupo não foram encontradas definições para os recursos instrucionais envolvidos, nem especificações para a criação e uso desses objetos, tanto para o formato da estrutura estática da aplicação como especificações para o formato do comportamento dinâmico, sua execução.

Aqui, infere-se que é necessário descrever as atividades em grupo de forma geral e simples, de modo que seja possível reconhecer os recursos instrucionais que participam nessas atividades e que oferecem apoio à realização efetiva da aprendizagem colaborativa.

Este trabalho oferece sua contribuição nesta área, apresentando a seguir um modelo de ensino para sistemas eletrônicos de aprendizagem em grupo. Este modelo, especificamente orientado para o ensino por projetos, fundamenta-se basicamente nos aspectos conceituais ligados à colaboração na execução de projetos.

5. Um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos – MAC-BP

5.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se um Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada no Método de Projeto (MAC-BP), por meio de sistemas eletrônicos de suporte à aprendizagem em grupo. Este modelo MAC-BP aborda, essencialmente, questões conceituais da organização, do desenvolvimento e da utilização de aplicações de aprendizagem colaborativas. Ele é definido a partir de três modelos relacionados entre si e associados ao especialista, ao aprendiz e ao ambiente colaborativo.

O **Modelo do Especialista** está associado ao papel dos “provedores” de *e-Learning*, ele envolve as tarefas relacionadas à criação, recuperação, composição, localização e armazenamento de conteúdos e recursos educativos. Este modelo representa as características e funções que devem suportar os Sistemas de Gestão de Conteúdo para as aplicações de aprendizagem colaborativa.

O **Modelo do Aprendiz** está relacionado aos “consumidores” de *e-Learning*, e representa as características e funções que devem suportar os Sistemas de Gestão de Aprendizagem para aplicações colaborativas (*Learning Management System*, LMS). O modelo do Aprendiz deve especificar a interação com os conteúdos instrucionais, a interação com o ambiente compartilhado e com o ambiente de comunicação do grupo.

O modelo também deve especificar o processo de colaboração que se estabelece entre os membros do grupo, a seleção das ofertas educativas e a conexão com a memória grupal e de conteúdos. Além disso, deve especificar como gerenciar os recursos de um ambiente compartilhado de aprendizagem para os alunos, e registrar e analisar o progresso e o rendimento individual de todos os membros do grupo na atividade de aprendizagem.

O **Modelo do Ambiente** deverá especificar a forma de apresentar os conteúdos para o usuário. Está associado ao papel dos “provedores” de *e-Learning*, representa as características e funções que devem suportar os Ambientes de Execução da Colaboração (AEC) nas aplicações de aprendizagem em grupo.

As características do modelo MAC-BP estão representadas pelas funcionalidades dos três submodelos envolvidos (Figura 5-1). Essas funcionalidades, por sua vez, são definidas mediante uma arquitetura organizada em níveis, para os quais são identificadas também as atividades que devem ser suportadas para garantir sucesso na execução da aplicação colaborativa.

A proposta do modelo MAC-BP não oferece receituários próprios, nem para o especialista agir na elaboração da aplicação, nem para o aprendiz seguir na execução da aplicação, mas aponta caminhos para inovar no processo pedagógico e especificações que garantem re-usabilidade das partes das aplicações colaborativas.

Assim, de alguma forma, a proposta se constitui num guia para a construção de situações específicas de aprendizagem em grupo com o devido suporte pedagógico.

Figura 5-1: Modelo conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de Projetos (MAC-BP).

5.2. O modelo do Especialista

No processo de planejamento de uso de qualquer técnica didática é necessário garantir certas condições. No caso do estilo colaborativo e da utilização do método de projeto, essas condições são determinadas a partir da correta análise e definição do domínio de aprendizagem, da formação dos grupos, da definição do tempo de duração da atividade e da especificação do suporte tecnológico necessário e disponível para a execução da aplicação.

Corresponde então ao modelo Especialista abordar, essencialmente, questões conceituais da organização e concepção das aplicações de aprendizagem colaborativa. Este modelo apresenta propostas para construir uma situação específica de aprendizagem em grupo com suporte pedagógico⁸⁴ baseado no Método de Desenvolvimento de Projeto.

O modelo indica a possibilidade da participação de uma equipe multidisciplinar na criação da aplicação colaborativa. Esta equipe pode estar composta por diversos especialistas, como mostra a Figura 5-2.

⁸⁴ Suporte pedagógico: suporte ao conjunto de doutrinas, princípios e métodos de educação e instrução que tendem a um objetivo.

Figura 5-2: Equipe multidisciplinar responsável pela concepção da atividade de aprendizagem orientada a grupo.

O modelo é descrito segundo quatro níveis, que satisfazem as exigências do planejamento de qualquer projeto (etapa 1, item 2.4.2.1). Cada nível representa um conjunto de atividades que devem ser realizadas pelo especialista, baseadas nos elementos básicos e nas circunstâncias que garantem eficiência na aprendizagem colaborativa (itens 2.3.4 e 2.3.5).

Estes níveis são os seguintes:

1. Análise do domínio da aprendizagem.
2. Planejamento e concepção da atividade colaborativa.
3. Formação dos grupos.
4. Atividades iniciais de reconhecimento dos participantes.

Este modelo é representado de forma esquemática, como na Figura 5-3. E cada nível é descrito nos itens que seguem.

Figura 5-3: Representação do modelo do Especialista a partir das atividades envolvidas na etapa de planejamento de um projeto.

No processo de planejamento de uso de qualquer técnica didática é necessário garantir certas condições. No caso do estilo colaborativo e da utilização do método de projeto, essas condições são determinadas a partir da correta análise e definição do domínio de aprendizagem, da formação dos grupos, da definição do tempo de duração da atividade e da especificação do suporte tecnológico necessário e disponível para a execução da aplicação.

5.2.1. Análise do domínio da aprendizagem

Corresponde ao especialista realizar as funções atribuídas para este nível, o que significa que ele criará os cenários onde estarão inseridas as situações de aprendizagem e as operações específicas relacionadas com o Método de Projeto para a área escolhida de conhecimento.

As atividades envolvidas neste nível devem responder às perguntas:

☐ O QUE representa este projeto?

☐ PARA QUE realizar este projeto?

Entrando nos detalhes de como estabelecer tais condições, são apresentadas a seguir algumas recomendações de utilidade na elaboração de aplicações para a aprendizagem colaborativa e prática de conceitos.

Para definir o domínio da aprendizagem é necessário especificar o problema a ser resolvido e definir os objetivos, o conteúdo e os métodos a utilizar. Isto é independente de qualquer condição real em que aconteça o processo de ensino-aprendizagem, seja presencial ou a distância, seja no meio social, familiar ou da escola, seja individual ou em grupo. São os objetivos que antecipam os resultados e os processos esperados do trabalho conjunto do professor e dos alunos; e expressam os conhecimentos e habilidades a serem assimilados de

acordo com as exigências metodológicas. Por outro lado, os conteúdos formam a base objetiva da instrução, referem-se aos objetivos, e são viabilizados pelos métodos de transmissão e assimilação. Os conteúdos são organizados em matérias de ensino e dinamizados pela articulação objetivos-conteúdos-métodos.

Sobre os objetivos

Uma aplicação colaborativa que envolva projetos busca uma solução para um problema orientado pelo professor sobre uma área específica. Para essas aplicações devem ser definidos objetivos gerais e específicos. Os objetivos e as tarefas de um grupo devem ser definidos de forma a ressaltar o trabalho e a participação coletivos, visando que os alunos percebam que o esforço de cada membro é importante e indispensável para o sucesso do grupo na busca dos objetivos.

Os objetivos gerais apontam para o exercício dos conhecimentos apreendidos pelos alunos em aulas teóricas e desenvolvimento de habilidades intelectuais e de colaboração para os membros do grupo. Ao finalizar uma atividade colaborativa, deve-se esperar que todos os membros do grupo sejam capazes de explicar a solução adotada no problema/projeto, e que todos eles tenham mantido uma participação ativa e motivada, e de total responsabilidade na execução de todas as etapas da atividade.

Os objetivos específicos devem estar definidos de forma que os alunos aprendam a solucionar conflitos em grupo, a praticar a tomada de decisões e a pensar em termos de alternativas para as soluções de um único problema. Os objetivos específicos também devem visar o aprendizado de conteúdo, o ganho de experiências nas relações de trabalho, a percepção da tecnologia num contexto, a distribuição de responsabilidades, controles e cobranças.

Geralmente especifica-se um produto, de modo que neste nível possa ser oferecida uma resposta à pergunta:

❑ **PARA QUE** este produto?

Aqui, sugere-se elaborar perguntas que estimulem os membros do grupo a encontrar um caminho para resolver o problema ou executar o projeto.

Sobre os conteúdos

O conteúdo para qualquer tipo de atividade de aprendizagem não pode ser visto unicamente como o conjunto de informações que vai ser apresentado para os alunos, pois, além de constituir o objeto de estudo no processo de ensino-aprendizagem, o conteúdo também envolve habilidades cognitivas, processos e regras, atitudes, idéias, convicções, valores e recursos científicos, técnicos e culturais que estão envolvidos numa área específica do conhecimento.

O conteúdo deve ser representado de forma externa e independente dos recursos e da infra-estrutura utilizados para sua transmissão. Porém, sua representação depende do assunto, dos objetivos, das necessidades dos alunos e dos métodos utilizados, podendo se dar por uma estrutura linear, ramificada, em rede ou combinada. O conteúdo também é classificado, segundo o foco da aprendizagem, em vários tipos: conceitual, procedimentos, de atitudes e de autoconhecimento.

- Conteúdo Conceitual: É orientado ao aprendizado de conhecimentos. Contém informação sobre fatos, regras, conceitos e teorias envolvidas na representação e explicação de uma situação.

- Conteúdo de Procedimentos: É orientado ao aprendizado de habilidades, o que significa aprender fazendo. Contém informação apresentada em conjuntos de passos, regras e ações encaminhadas a obter um resultado ou um produto.
- Conteúdo de atitudes: Contém informações orientadas ao aprendizado e desenvolvimento de atitudes positivas, a avaliar de um modo determinado um objeto, uma pessoa, um fato ou uma situação. Para este tipo de conteúdo identificam-se três componentes: cognitivo (conhecimentos e crenças), afetivo (sentimentos e preferências) e o de conduta (ações manifestas e declarações de intenções).
- Conteúdo de autoconhecimento: Está focado na aprendizagem e desenvolvimento de valores éticos, da reflexão e da autocrítica.

Para selecionar o conteúdo é necessário decidir que tipo de informação se deseja transmitir na atividade de aprendizagem. Isto facilitará posteriormente estabelecer uma relação estreita entre os conteúdos e os objetivos traçados, assim como também desenhar estratégias adequadas à natureza dos conhecimentos que o aluno deve aprender. Este processo é bastante complexo, embora muito necessário.

Nas atividades instrucionais em grupo que utilizam o Método de Projeto, o conteúdo está presente em cada participante na forma de **conhecimento adquirido**, e é pela atividade prática e colaborativa que o aluno exercitará o que já aprendeu. Portanto, o especialista não tem que preparar o conteúdo de forma **explícita**; talvez seja necessário preparar um material específico para a atividade do projeto. Porém, para os casos em que o aluno não consiga prosseguir na execução da atividade ou erra na utilização do conhecimento envolvido é recomendado que o especialista ofereça uma realimentação que ajude o aluno no entendimento definitivo do conteúdo.

Esta realimentação pode ser apresentado como um “RECORDADOR”, que avise ou lembre ao aluno aquilo que ele está precisando; ele pode conter referências atualizadas e ordenadas, além de alguma descrição breve sobre o assunto envolvido. Para a organização e estruturação desta realimentação, podem ser utilizados recursos como os mapas conceituais [13], [18], [19], [105], que permitem a representação gráfica das relações e seqüências entre os diferentes conteúdos a ensinar. Além disso, é necessário delimitar o conteúdo em relação ao volume de informação, assim como levar em conta o nível de dificuldade com que se tratará a informação selecionada, e estabelecer as apropriadas conexões com outros conteúdos.

O conteúdo de um curso a distância, organizado com ferramentas de criação de mapas conceituais, pode ser aproveitado para a realimentação de atividades colaborativas inseridas nesse curso. Porém, se a atividade colaborativa não faz parte de um curso a distância, então a preparação do conteúdo para a realimentação dos alunos pode ser uma tarefa colaborativa que envolva alunos e professor, por exemplo, planejada para utilizar a técnica de grupo **tempestade de idéias** (*brainstorming*). Desta forma é garantida a participação dos alunos na preparação do conteúdo, o que permite um maior entendimento dos conceitos envolvidos.

Os mapas conceituais (MCs) são representações gráficas que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Os conceitos relacionados podem ser abrangentes ou específicos. Os MCs são baseados na teoria construtivista, servindo, assim, como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz (ver Ausubel no item 2.3.1).

Sobre os métodos

Os métodos de ensino sempre devem estar relacionados aos objetivos e conteúdos que estão sendo trabalhados. Uma vez definido o conteúdo envolvido na atividade colaborativa e a sua representação, o especialista deve identificar as situações possíveis de aprendizagem em

grupo (como na Tabela 2-4). Ele deve escolher a estratégia ou método adequado em função dos objetivos, levando sempre em consideração que o método selecionado contribui para promover a aprendizagem e a participação ativa dos alunos no processo colaborativo.

Neste nível deve ser oferecida uma resposta à pergunta:

□ **COMO** realizar o projeto?

O modelo sugere a criação de um banco de situações, e um outro banco de estratégias e métodos (Tabela 2-4), assim como, também, a implementação de mecanismos necessários para a seleção automática de uma estratégia apropriada a cada situação específica de aprendizagem. Esses mecanismos podem ser baseados em formulários, cuja informação preenchida pelo especialista caracteriza a situação de aprendizagem da aplicação específica.

Na Tabela 5-1 são apresentados os métodos ou técnicas para atividades em grupo mais trabalhados na literatura consultada. A tabela organiza as características das técnicas em função dos parâmetros mais significativos. O uso e a implementação dos três primeiros foram descritos por Wessner e Pfister [109]; eles propõem o tamanho do grupo mais apropriado para cada técnica. O último método listado é parte dos objetivos deste trabalho.

Tabela 5-1: Técnicas mais trabalhadas em grupo e parâmetros significativos.

Técnicas	Tamanho do grupo	Material	Ferramentas
Grupo de discussão	3 – 5	Texto, documento, página Web	<i>chat</i> , áudio, conferências, videoconferência
Tempestade de idéias	2 – 10	Lista de palavras relacionadas	Lousa compartilhada, ferramentas de <i>brainstorming</i>
Painel de oposição	2 – 2	Posições, idéias opostas	<i>chat</i> , áudio, conferência, videoconferência
Método de projetos	4 – 7 (item 5.2.3)	Decisões em conjunto, texto, hipermídia, idéias	Espaço compartilhado, chat, áudio, vídeo, ferramentas de negociação

Sobre os serviços:

Neste nível deve ser oferecida uma resposta à pergunta:

❑ **QUAIS recursos ou mecanismos de colaboração utilizar na execução do projeto?**

Para isto, o especialista deve selecionar dentre um conjunto de recursos disponíveis, aqueles que considere mais apropriado para cada tipo de atividade colaborativa. Estes recursos de software poderão conter mecanismos que oferecem suporte à colaboração como, por exemplo:

- mecanismos para organizar as etapas do projeto e as tarefas envolvidas em cada etapa;
- mecanismos para alocar os diferentes papéis dos participantes e as suas principais funções;
- mecanismos para classificar as intervenções dos membros do grupo;
- mecanismos de coordenação das intervenções, como por exemplo, o autômato descrito no item 5.3.4 deste trabalho;
- mecanismos de negociação e votação para o grupo aprovar idéias ou propostas de soluções;
- mecanismos para o grupo solucionar conflitos;
- mecanismos para o controle da execução das ações de aprendizagem;
- e tantos outros, que venham a permitir a utilização do modelo de forma flexível, proporcionando ao professor liberdade para agir, criar e conduzir a atividade de aprendizagem, assim como também aos alunos no processo de colaboração.

5.2.2. Planejamento da atividade colaborativa

Neste nível, já foram identificadas as situações possíveis para a aprendizagem colaborativa dentro do domínio de aprendizagem definido. Também foram selecionados as

estratégias e métodos adequados para cada uma dessas situações, e foram estabelecidos os objetivos da atividade de aprendizagem. Então, agora, o especialista deve definir a estrutura, organização e avaliação das atividades do grupo, criando os cenários para o desenvolvimento da atividade e escolhendo as formas adequadas para realizar os testes de conhecimento.

O projeto deve considerar os interesses dos alunos e motivá-los a aprofundar os conceitos e objetivos que se querem aprender. Além disso, o projeto deve representar situações da vida real, para que os alunos encontrem sentido no trabalho que realizam. O projeto deve levar os alunos a tomar decisões e desenvolver o pensamento crítico, baseado nos fatos e na informação criada e utilizada na solução do problema.

Vale destacar que a estrutura e os cenários devem ser flexíveis **para não limitar a criatividade e autonomia do grupo**, e estimular os alunos a construírem e participarem com espontaneidade e iniciativas próprias. Neste nível devem ser oferecidas respostas às perguntas:

☐ **QUE** atividades realizar?

☐ **QUANDO** começar?

☐ **QUANDO** terminar?

☐ **COM QUE** recursos trabalhar?

Quando um especialista está criando uma atividade de aprendizagem, neste caso de colaboração, ele deve procurar num repositório de objetos de aprendizagem aqueles Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa (OCAC), reutilizáveis e relacionados com o assunto envolvido na aplicação colaborativa, apenas agregando de forma conveniente os OCAC já existentes. Apenas quando necessário ele criará outros objetos, mantendo as especificações para os OCAC, apresentadas no item 6.2 deste trabalho.

Posteriormente, o especialista deve incluir instruções nos OCAC para indicar ao gerenciador de aprendizagem (LMS) quais são os objetos a utilizar. Também deve declarar a forma como os objetos estão organizados, a ordem pela qual devem ser apresentados e qual a informação que desejam guardar relativamente a cada sessão. Tudo isto especifica a forma e a sequência pela qual o aprendiz irá visualizar e interagir com os objetos, pelo LMS. Essas especificações associadas aos Objetos de Aprendizagem Colaborativa Compartilháveis são detalhadas nos itens 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6 desta tese.

Sobre a avaliação colaborativa

Para completar o planejamento da atividade colaborativa é necessário estudar, escolher e planificar as formas apropriadas de avaliação do grupo.

O conteúdo, quando assimilado pelo aluno, transforma-se em conhecimento. Este pode ser adequadamente praticado, e frequentemente é testado pelo especialista ou professor. Para isso são necessárias atividades ou tarefas bem planejadas que permitam monitorar e avaliar o aluno.

A avaliação é utilizada para constatar os progressos e as dificuldades do trabalho, a fim de reorientar o trabalho para as correções necessárias. Embora grande a importância deste recurso, o tratamento das possíveis soluções para a etapa de avaliação foge do escopo deste trabalho. Recomenda-se consultar os critérios e questionários apresentados em [50].

Também é necessário analisar os procedimentos adequados para levantar as características dos alunos e seus estilos de aprendizagem, a partir das necessidades e restrições individuais, prioridades de cada um, habilidades, motivação e nível de competência em relação ao assunto de estudo. Essas características são de muita utilidade na formação de grupos heterogêneos.

5.2.3. Formação dos grupos: composição e tamanho

Os grupos de aprendizagem devem ser constituídos a partir do grande grupo integrado pelos alunos e pelo professor envolvidos na atividade colaborativa. Esses grupos podem ser de quatro tipos, segundo a intenção da atividade (ver Tabela 5-2).

Para um curso baseado na aprendizagem colaborativa, o ideal é que sejam utilizados os quatro tipos de grupos de forma coordenada e dirigida a atingir os objetivos e propósitos instrucionais. Porém, este trabalho concentra-se no tipo formal.

Neste nível deve ser oferecida uma resposta à pergunta:

□ **QUEM** realiza a atividade?

O processo de formação dos grupos de tipo formal pode ser feito de forma manual ou automática. Na forma manual, o professor, auxiliado por ferramentas apropriadas, forma cada grupo segundo o tipo de técnica de colaboração a utilizar (Tabela 2-4) e segundo algumas heurísticas. O professor também pode escolher a forma aleatória, associando livremente os alunos em cada grupo. Nesta forma manual, os grupos também podem ser formados por auto-seleção dos membros, isto é, voluntariamente pelos próprios alunos, que escolhem o grupo segundo o seu interesse e grau de relacionamento entre eles.

Na formação dos grupos, de maneira automática, é necessário extrair e gerenciar corretamente toda informação útil para selecionar os participantes do grupo. Esta forma é mais adequada para os casos em que as atividades de grupo estão inseridas ou integradas às atividades de um curso a distância e, também, quando as informações sobre o comportamento e os interesses dos alunos são possíveis de serem obtidas de atividades anteriores. Hoje, são

poucos os sistemas disponíveis que oferecem um suporte para a formação de grupos de maneira automática.

Os pesquisadores Wessner e Pfister [109], especificaram soluções para casos relacionados à formação automática de grupos. Porém, considera-se que ainda é necessário encontrar uma solução que não comprometa o ritmo da aprendizagem dos alunos nas atividades de grupo, isto é, soluções que não permitam aos alunos com aprendizagem mais lenta continuarem lentos e, por outro lado, soluções que não permitam aos alunos com aprendizagem mais rápida tornarem-se lentos, cujo objetivo é todos os tipos de alunos convergirem em tempo. Apesar da importância deste assunto, ele não será resolvido neste trabalho.

Tabela 5-2. Tipos de grupos de aprendizagem [49].

Tipos	Grupo plenário	Pequenos grupos de 2 a 7 participantes cada.		
		Grupo Base	Grupo Formal	Grupo Informal
FUNÇÃO	Composto pela totalidade dos participantes do curso, pelo que inclui, além dos alunos, o professor, os tutores e facilitadores (monitores etc.).	Fortalecer as relações dos participantes no longo prazo. Garantir uma estrutura de apoio, para todos os alunos, no cumprimento das tarefas que individualmente têm que realizar dentro de seus grupos.	Realizar projetos específicos.	Preparar os membros de um grupo para trabalhar com os outros grupos. Clarificar conceitos e introduzir temas de discussão e de estudo.
DURAÇÃO		Desde a segunda ou terceira semana de aula até o fim do semestre.	Sessões, semanas ou semestre.	Apenas uns minutos ou uma parte da sessão.
HABILIDADES DESENVOLVIDAS		Habilidades sociais de ajuda entre os membros, facilitando pedir e aceitar ajuda dos outros. Tem de haver o respeito mútuo, a tolerância, respeito à diversidade, escuta, auto-avaliação etc.	Habilidades relacionadas com a administração do tempo, de projetos, a pesquisa, o respeito à diversidade de idéias e opiniões, a discussão, a tolerância, o pensamento crítico, a análise e a síntese.	Em geral os alunos e professores não têm que se preocupar com papéis e habilidades específicas.
SELEÇÃO		Os membros do grupo são escolhidos pelo professor ou por eles mesmos, segundo as habilidades desenvolvidas para dar e receber ajuda e suporte.	Os membros do grupo são escolhidos pelo instrutor ou por eles mesmos, segundo os critérios especificados de habilidades orientadas no trabalho em grupo, na obtenção dos resultados e realização das atividades.	Esses grupos são formados de forma aleatória.

As premissas utilizadas aqui são as seguintes:

- a técnica utilizada para as atividades colaborativas é a de projetos,
- a aplicação colaborativa é considerada uma atividade planejada (3.2.1), que demanda de papéis e responsabilidades individuais,
- a aplicação colaborativa não está integrada a um curso a distância.

Então, a proposta para a formação dos grupos é que ela seja realizada de forma semi-automática. Isto significa que se propõe ao professor intervir no processo de formação dos grupos, exigindo o registro eletrônico de informações úteis dos alunos do curso, por meio de formulários. Essas informações podem ser extraídas a partir de respostas às perguntas relacionadas com os fatores seguintes [42]:

1. Preferência em relação ao trabalho com a classe: há alunos com preferência pelo trabalho individual e outros, pelo trabalho em parceria, em grupos pequenos ou em grupos grandes.
2. Preferência em relação aos recursos a utilizar: escrita manual ou digital; consulta a biblioteca ou pela Internet; ensino presencial ou a distância.
3. Preferências perceptivas: visual, auditiva.
4. O ritmo de aprendizagem individual: lento ou rápido.
5. Preferência em relação ao registro da experiência: por escrito ou por exposição oral.
6. O estilo de aprendizagem: pesquisando, por meio da prática, da leitura, da interação com especialistas ou da participação em seminários etc.

7. Preferências em relação às atividades: de memorização, interpretação, argumentação, criação etc.
8. A motivação sobre o assunto do curso e sobre os aspectos específicos a serem tratados na atividade colaborativa: recomenda-se descobrir o nível de motivação dos alunos, classificá-los e distribuir homogeneamente entre diferentes grupos aqueles menos motivados para que, junto aos motivados, consigam entrar na dinâmica da atividade.
9. Grau de independência: autonomia ou necessidade de freqüentes instruções.
10. Algumas características pessoais: persistência nas atividades, concentração, facilidade para se distrair.
11. Dados pessoais do aluno, tais como: nome, idade, sexo, notas das avaliações como estudante, habilidades significativas, habilidades pouco ou não desenvolvidas, experiências em determinadas áreas etc.

Nessa atividade de identificação, extrai-se o perfil de todos os alunos de uma turma, e estes se classificam segundo algum critério em vários subgrupos iniciais. Logo, tomam-se decisões em função do número total de alunos, do número de grupos que podem ser formados, das classificações feitas para agrupar inicialmente os alunos etc. A partir daí, a formação de grupos será realizada assumindo algum critério que permitirá ir conformando os grupos finais de modo que resultem balanceados.

Essa seleção pode ser efetuada utilizando alguma heurística, escolhida pelo professor, que ajude a decidir o tamanho dos grupos, a duração dos grupos e a forma de alocação dos alunos nos grupos.

Exemplo de heurística a utilizar

O professor apresenta um assunto para os alunos de uma turma, solicitando a seguir que eles classifiquem como se sentem em relação ao conteúdo.

A classificação pode ser feita por meio de uma escala de valores, por exemplo, de 1 a 10. A partir daí, cria-se um conjunto de valores começando pelos alunos de nível 1 até os de nível 10. Logo, assume-se o critério (pode ser um outro) de escolher um aluno de cada extremo dos valores e dois do centro, resultando num grupo de quatro alunos. Este procedimento pode ser aplicado escolhendo-se outros critérios para a classificação dos alunos, como, por exemplo: preferência pelo trabalho individual ou de grupo, preferência pelo uso de um recurso de mídia específico etc.

A composição dos grupos também deve levar em consideração os diferentes papéis heterogêneos que a atividade colaborativa demanda. Isto condiciona de alguma forma, a quantidade de participantes necessários para a realização de uma atividade. Por exemplo, a execução de uma parte do projeto, pode requerer de um aluno que seja o líder da atividade, de um relator das principais ações de aprendizagem, de um outro aluno que controle o tempo de execução, e assim de mais outros papéis. Contudo em ocasiões estes papéis podem ser homogêneos, por exemplo, na execução de uma parte do projeto todos os participantes podem ter o mesmo nível de responsabilidade na busca da solução, assim como também, todos podem ter a mesma responsabilidade na elaboração do relatório sobre os resultados, etc.

Pesquisadores da UFSC [76] vêm trabalhando na modelagem do aprendizado de grupos de alunos em ambientes colaborativos utilizando técnicas de *Data Mining*⁸⁵. Eles propõem um agente inteligente para extrair padrões a partir de uma base de dados. A base deve conter

⁸⁵ *Data mining* (ou mineração de dados) é o processo de extrair informação válida, previamente desconhecida e de máxima abrangência a partir de grandes bases de dados, usando-as para efetuar decisões cruciais.

informações sobre as interações dos alunos entre si e deles com o ambiente colaborativo. A partir dos padrões extraídos, o professor pode ter uma noção mais concreta do que o grupo realmente está aprendendo, bem como possuir uma visão geral do processo ensino-aprendizagem.

5.2.4. Atividades de reconhecimento dos membros do grupo

A base da aprendizagem colaborativa é, em primeiro lugar, a organização grupal, seguida de uma constante intercomunicação, que facilita o desenvolvimento de um clima familiar entre os membros do grupo. Esta comunicação vai permitindo o ganho de confiança, de afeto e de compreensão, possibilitando a aceitação das diferenças entre os membros do grupo, assim como a criação de um ambiente altamente participativo. Para conseguir isto num ambiente de colaboração entre pessoas diferentes é necessário planejar atividades de reconhecimento dos membros do grupo, para que eles se relacionem e se conheçam, a partir de discussões de assuntos relacionados com a atividade principal.

Neste nível devem ser oferecidas respostas às perguntas:

❑ **QUEM** somos?

❑ **O QUE** faremos?

O modelo sugere apresentar ao grupo o processo de busca de solução de um problema similar, porém mais simples, seja em forma de demo ou de minicasos. A partir daí, deve ser gerada uma discussão na qual o professor pode intervir como moderador, evitando que esta atividade inicial se prolongue muito além do necessário e planejado.

Assim, desta forma, além de conseguir interação entre os membros do grupo, também é possível mostrar-lhes o caráter da atividade que vai ser realizada, e garantir que as condições

estejam criadas para apresentar, definitivamente, o problema específico a ser resolvido entre todos. Também se deve aproveitar todo este processo inicial para despertar o interesse dos alunos quanto à forma colaborativa de trabalho e aprendizagem.

As tarefas de reconhecimento ainda podem servir para extrair indicadores de colaboração. Esses indicadores serão utilizados pelo sistema para automaticamente classificar os participantes em tipos de aluno como descrito no item 2.3.2. Os valores individuais dos indicadores podem fazer referência ao rendimento dos alunos durante a execução do projeto, conseqüentemente, esses valores carregam o significado de **comportamento do aluno**.

Logo após esta atividade de iniciação, já será factível apresentar o problema ou projeto para o grupo de colaboração.

5.3. O modelo do Aprendiz

O modelo do Aprendiz aborda essencialmente questões conceituais da interação dos membros do grupo e da geração dos resultados de aplicações de aprendizagem colaborativa. Este modelo apresenta propostas para o aluno agir em relação à identificação do problema, à interface da aplicação e à execução do projeto, que é o principal objetivo das atividades colaborativas aqui consideradas.

O modelo é descrito a partir de quatro importantes aspectos envolvidos no sucesso de qualquer atividade em grupo: interação com o ambiente, execução do projeto, coordenação das intervenções e processo colaborativo; todos comentados a seguir.

5.3.1. Interação com o ambiente

A interface da aplicação deve ser simples, não ambígua e, fundamentalmente, atender às expectativas e às características dos usuários. Ela deve despertar curiosidade e motivação dos

alunos para, de forma natural e agradável, utilizarem o ambiente na construção do novo conhecimento. Isto é conseguido, oferecendo-se interfaces com possibilidades de configuração, tais como: escolha das cores, das fontes, das janelas e dos objetos do ambiente compartilhado, assim como oferecendo informação em diferentes mídias.

A primeira interação do aluno com o ambiente deverá acontecer por meio de uma interface que lhe permita registrar seus dados pessoais e entrar no grupo criado pelo especialista; pode-se oferecer a possibilidade para que os próprios alunos formem seus grupos. Posteriormente, cada aluno deve configurar o seu papel em função das indicações dadas pelo docente sobre a atividade colaborativa. Considerando que as atividades que utilizam o método de projetos podem ser representadas por ações e objetos, o papel do aluno está associado ao objeto que ele representa e as ações que ele pode realizar para esse objeto em função da busca de soluções parciais para o projeto.

Inicialmente, a identificação dos objetivos, das atividades envolvidas no projeto a ser executado e das regras ou protocolos de comunicação/participação, são tarefas individuais. Logo, após um processo de reconhecimento do grupo, por uma aplicação de exemplo, cada participante pode trocar idéias com o grupo sobre a execução do projeto. Este processo deve se produzir no espaço de trabalho compartilhado, que é o lugar onde se realizam todas as atividades colaborativas. Portanto, o espaço deve estar estruturado de forma tal, que os alunos tenham à mão todas as ferramentas necessárias para estabelecer comunicação e registro das soluções e das intervenções.

Para este aspecto do modelo do aprendiz recomenda-se consultar Nielsen,⁸⁶ com o objetivo de incorporar as medidas de **usabilidade** que garantam qualidade dos sistemas de

⁸⁶ Nielsen J. Usability Engineering. Academic Press, 1993.

informação interativos, no sentido de procurar alto grau de aceitação do sistema pelo usuário, além de uma fácil aprendizagem e utilização eficiente, e a garantia de poucos erros.

O outro aspecto deste modelo é a execução da aplicação colaborativa organizada em etapas, neste caso, de um projeto, que descrevem organizadamente as atividades necessárias para a correta busca da solução do projeto, a seguir detalhada.

5.3.2. Execução do projeto

Em atividades colaborativas que utilizam o método de projetos, a construção do conhecimento é possível com a participação de cada membro do grupo em cada uma das etapas do projeto. A seqüência dessas atividades é apresentada a seguir:

- Cada aluno, segundo as regras de participação, tem um momento para intervir. O aluno analisa os detalhes do estado da atividade no momento da sua participação. Para isto, pode consultar a memória de grupo criada neste processo, ou algum mecanismo de percepção disponível. Logo, o aluno utiliza algum método para buscar as causas e as conseqüências desse estado e juntar elementos para oferecer a sua contribuição, que resulta numa solução proposta para o projeto.
- Todas as soluções parciais são, em princípio, individuais, porém, todos os membros do grupo podem oferecer critérios e provocar conflitos de maneira que seja rejeitada a solução individual. Desta forma, acontece um processo de grupo na busca de uma solução, que deve ser aprovada pela maioria dos alunos participantes.
- No caso de alguma solução proposta ser conflitante, primeiro deve acontecer um debate no grupo e, conseqüentemente, surgirão novas idéias sobre a solução, que

devem ser submetidas à votação entre os participantes. Se necessário, pode-se pedir ajuda ao especialista ou professor.

- Quando uma solução proposta não gera conflitos, o processo de aprovação acontece de forma implícita, não necessitando de todos os participantes sua concordância.
- A solução proposta de um participante condiciona, em certas ocasiões, a solução proposta de um outro participante, o que significa que, de maneira indireta, o caminho que conduz ao produto final do projeto é variável.
- Este processo é repetido seguindo as regras de participação estabelecidas até a conclusão do projeto. Em cada etapa podem ser registradas as ações e as soluções do grupo, criando-se uma memória de grupo.

Deste modo, todos os alunos participam com soluções individuais, seguindo as regras preestabelecidas, que dependem da atividade específica a ser realizada, porém, todos os alunos podem participar para melhorar as soluções individuais. Durante a execução da atividade, cada aluno individualmente, ou o grupo inteiro, pode solicitar ajuda ao especialista.

A seqüência das atividades que o modelo do Aprendiz propõe para a execução de um projeto é apresentada na Figura 5-4, a seguir.

Figura 5-4: Modelo do Aprendiz para a execução de um projeto.

5.3.3. Coordenação das intervenções

Os processos de grupo envolvem os protocolos ou regras de comportamento e de comunicação dos membros do grupo de colaboração. Definir essas regras significa estabelecer um conjunto de normas pelas quais a tarefa deve ser desempenhada de maneira colaborativa, e com alguma organização que garanta o grau de interação necessária para a atividade a executar. As regras devem ser criadas de forma tal, que seja possível balancear tanto a quantidade quanto a qualidade da intervenção dos participantes nas tarefas coletivas. Porém, não é suficiente ter as regras, também é necessário criar os mecanismos apropriados para o controle do cumprimento delas. Esses mecanismos formam parte de todo o processo complexo de coordenação das atividades colaborativas.

Cada tipo de atividade demanda regras e mecanismos de coordenação específicos. Por exemplo, para coordenar a edição colaborativa de documentos, Barros em [8] apresenta uma solução muito interessante baseada na conversação assíncrona e na classificação das intervenções em tipos de contribuição. Esta solução representa o fluxo de comunicação dos membros do grupo em um grafo conversacional, em que cada nó do grafo é um tipo de contribuição, e os arcos associados indicam quais contribuições podem suceder a atual, tal como num diálogo real. Neste exemplo, a classificação das contribuições corresponde à postura individual na conversação, que pode ser: inicial, intermediária ou final, de modo que todos os participantes possam trabalhar em todas as partes do documento. Porém, cada contribuição que se propõe para uma parte do documento não pode automaticamente ser inserida na versão final; antes, é necessário concluir o processo de conversação, no qual aparecem outras contribuições, que melhoram, completam ou mudam a contribuição inicial. Segue-se, então, um processo de seleção entre todas as contribuições e, ao final, aquela aprovada pela maioria passará a fazer parte do documento final. Esta representação da

comunicação tem vantagens, ao permitir estruturar uma conversação de forma simples, ao mesmo tempo, genérica, com possibilidade de variá-la em função da atividade a realizar pelo grupo.

Esta solução foi projetada fundamentalmente para comunicação assíncrona. Contudo, a idéia será aproveitada neste trabalho como a base da solução para coordenar as intervenções dos membros do grupo nas atividades de aprendizagem colaborativa e prática de conceitos em forma síncrona.

Concretamente, a solução que aqui se propõe classifica a participação dos membros do grupo em cinco tipos de contribuição possíveis, extraídos a partir da solução de Barros em [8]: proposta, contraproposta, pergunta, comentário e aprovação, a seguir detalhados.

- **Proposta:** É uma contribuição que inicia uma discussão entre os membros do grupo com o objetivo de encontrar a solução mais apropriada para o estado em que se encontra a execução do projeto. Esta contribuição contém, além da proposta de solução, os comentários que a justificam.
- **Contraproposta:** É uma contribuição intermediária, que permite completar ou rebater a proposta inicial. Porém, também pode se constituir numa outra proposta alternativa.
- **Comentário:** É uma contribuição intermediária, que permite argumentar ou rebater a proposta ou contraproposta anteriormente oferecidas por outro participante. Também pode ser a resposta a uma pergunta.
- **Pergunta:** Permite formular uma dúvida sobre uma contribuição.
- **Aprovação:** É uma contribuição final que declara que o participante concorda com a contribuição que se discute.

A partir dessa classificação, o modelo MAC-BP propõe uma solução para a coordenação das intervenções, descrita nos passos a seguir:

- Exigir dos membros do grupo, sempre que vão interagir, que identifiquem sua participação segundo os tipos predefinidos.
- Aplicar mecanismos de controle para validar as interações. Isto significa que nem todas as intervenções são permitidas, mas apenas aquelas que correspondem à sequência descrita na Figura 5-5. Esta figura coloca os tipos de contribuições possíveis a partir de uma contribuição que deu início à comunicação. Por exemplo, sempre que um membro de um grupo identifica sua participação como Proposta, podem os outros membros responder ou participar, identificados como: contraproposta, pergunta, comentário ou aprovação. Mas, se um membro participa identificado como Pergunta, a seguir nenhum dos outros pode participar identificado como Proposta, pois só é admitido nesse caso um comentário ou uma explicação.
- Para concluir uma comunicação é necessário que a maioria dos membros do grupo, que intervêm nessa conversa, participem identificados com Aprovação, o que significa que concordam com a proposta que estão discutindo.
- Ativar mecanismos de negociação, tais como de aprovação, quando vários ou todos os participantes respondem a uma Proposta com uma Contraproposta. Isto permitirá tomar decisões em conjunto, e não continuar gerando idéias sem antes discutir, aprovar ou rejeitar as propostas existentes.

Todo este processo descrito anteriormente poderá acontecer sempre que um membro do grupo participe com uma solução proposta para o projeto. Esta solução pode gerar conflitos e

critérios diferentes dos outros participantes, desencadeando um processo de intervenção e de coordenação das intervenções, regido pelas regras estabelecidas.

Figura 5-5: Relação dos tipos de contribuições num processo de discussão.

Esta solução tem a vantagem de evitar a sobrecarga de informação, pelo fato de não permitir a entrada de novas idéias (propostas) até a conclusão da discussão de uma anterior. Esta solução também pode ser utilizada para evitar situações de poucas interações, que dificultam o aproveitamento dos resultados da colaboração e da comunicação entre os participantes. Isto é conseguido pelo especialista, ou seja, pela sua intervenção, pois ele pode ser um participante ativo quando entender que é necessário motivar uma discussão, intervindo com uma contribuição de tipo pergunta ou comentário sobre a proposta ou contraproposta realizadas por alguns dos participantes, e assim motivar a participação dos que ainda não se manifestaram. Isto permite, de alguma forma, diminuir algum tipo de passividade dos alunos

(item 2.3.2). O especialista também pode ser um participante passivo, quando seu interesse é de monitorar ou de observar o processo de comunicação e de colaboração.

Sugere-se planejar as atividades colaborativas, a fim de prever que não aconteçam situações extraordinárias de conflitos. Para isto, é recomendável desenhar a atividade completa como soma de atividades intermediárias e mais simples de coordenar, mas sempre respeitando que as atividades colaborativas devem ser, para os alunos, quanto mais autônomas possíveis, garantindo, assim, independência e liberdade para criar conhecimento com espontaneidade; essas atividades não podem ser muito controladas, porque perde-se o interesse e a motivação dos alunos.

A execução da aplicação colaborativa baseada em projeto deve ser dividida em etapas, que demandem soluções ou resultados, que precisam ser aprovados pelo grupo inteiro. A busca da solução de cada etapa é responsabilidade inicial de um aluno específico, que oferece uma solução proposta, cuja aprovação deve vir do grupo.

Portanto, neste contexto o processo de busca de soluções parciais durante a execução de um projeto em grupo é entendido como um **processo de colaboração**. E este processo requer um modelo formal, nomeado aqui modelo de colaboração, para representar as interações que se estabelecem na execução das atividades colaborativas. A implementação do modelo de colaboração demanda uma infra-estrutura viável, capaz de permitir a participação paralela e síncrona dos membros do grupo, além de uma adequada coordenação de todo o processo.

O modelo de colaboração faz parte da contribuição deste trabalho, e descrito a seguir.

5.3.4. Formalização do processo de colaboração

O processo de colaboração envolve a aprovação grupal de cada solução proposta oferecida por um membro individual. O processo de aceitação é repetido até a conclusão do

projeto com uma solução final do grupo. Em cada repetição, o comportamento do Ambiente de Execução da Colaboração (AEC) é simbolizado pelos **ESTADOS** do ambiente.

Em geral, para um sistema, um **ESTADO** representa um comportamento observável e que perdura por um período finito de tempo, até acontecer alguma ação do grupo que produz uma transição de estados. Cada estado tem um nome único, uma duração, e está associado a uma atividade contínua, ou que leva tempo para se completar. Assim, cada estado fornece todas as informações necessárias para determinar como a execução da aplicação colaborativa pode evoluir a partir de uma solução proposta até a solução final.

Partindo da premissa de que o modelo de colaboração entre aprendizes, baseado no método de projeto, pode ser representado em termos de conflitos e decisões, foram identificados os estados listados na Tabela 5-3.

As mudanças de estado são realizadas espontaneamente, em resposta a uma entrada externa ou instantânea, ou seja, ante um evento que envolve decisões dos participantes. Esses eventos são identificados na Tabela 5-4

Coordenar todo este processo exige desenhar a transição de estados, que neste contexto significa desenhar a seqüência de interações e de ações do grupo, assim como o fluxo de controle e as operações do ambiente.

Tabela 5-3: Estados identificados no processo de aprovação de uma solução proposta e seus nomes simplificados.

Estados	Nomes
Início do processo de Aprovação da solução proposta	IA
O sistema aguarda uma Proposta Inicial do membro do grupo selecionado	PI
O sistema aguarda Contribuições dos outros membros do Grupo	CG
O sistema aguarda um processo de Análise das Contribuições	AC
O sistema aguarda um processo de Discussão em grupo (recebe outras Contribuições)	DC
O sistema aguarda um processo de Decisão de Grupo	DG
O sistema aguarda a Solução Grupal	SG
O sistema aguarda que o membro do grupo selecionado gere a próxima Solução Proposta	SP
Fim do processo de Aprovação da solução proposta	FA

Tabela 5-4: Eventos identificados no processo de aprovação de uma solução proposta e seus nomes simplificados.

Eventos	Nomes
Envio de Proposta por um membro escolhido do grupo	EP
Recebe Contribuições em paralelo dos outros membros do Grupo	CG
Na análise das contribuições, algumas não são de aprovação e outras são de contraposição (Contribuição Desaprovada)	CD
Na análise das contribuições, todas as Contribuições são de Aprovação	CA
Processo de Discussão , segundo regras (não é efetuado em paralelo)	PD
Processo de Votação (participação em paralelo)	PV

Tendo em vista que essas características correspondem ao comportamento dos autômatos, optou-se, então, por modelar e implementar a transição de estados, por uma construção formal conhecida como AUTÔMATOS FINITOS.

Neste trabalho é introduzido o conceito de “*Interação colaborativa é um autômato*”. Portanto, as interações representadas na Figura 5-4 agora podem ser representadas como na Figura 5-6.

Figura 5-6 : Interação colaborativa é um autômato.

Formalmente, o autômato Interação Colaborativa **I** pode ser representado em forma algébrica como uma quintupla: $\mathbf{I} = (\mathbf{E}, \Sigma, \delta, \mathbf{E}_0, \mathbf{E}_f)$, onde:

$\mathbf{E}$ – conjunto finito de estados, apresentados na Tabela 5-3

$$\mathbf{E} = \{\mathbf{IA}, \mathbf{PI}, \mathbf{CG}, \mathbf{AC}, \mathbf{DC}, \mathbf{DG}, \mathbf{SG}, \mathbf{SP}, \mathbf{FA}\}$$

Σ – conjunto do alfabeto de entrada do autômato, apresentados na Tabela 5-4

$$\Sigma = \{\mathbf{EP}, \mathbf{CG}, \mathbf{CD}, \mathbf{CA}, \mathbf{PD}, \mathbf{PV}\}$$

δ – função de transição de estados: $\delta: \mathbf{E} \times \Sigma \rightarrow \mathbf{E}$

$\mathbf{E}_0$ – estado inicial do autômato. Neste caso $\mathbf{E}_0 = \mathbf{IA}$

$\mathbf{E}_f$ – conjunto de estados finais do autômato. Neste caso $\mathbf{E}_f = \mathbf{FA}$

Interpretação: O autômato **I** começa no estado inicial $\mathbf{E}_0 = \mathbf{IA}$, tal que $\mathbf{E}_0 \in \mathbf{E}$ e lê o primeiro símbolo σ , tal que σ pertence ao alfabeto Σ , então passa, no instante seguinte, para o estado $\mathbf{E}_i$ para algum i tal que $0 \leq i \leq n$; $n, i \in \mathbf{N}$. Ou seja, acontece a transição de um estado para outro representada pela função de transição de estados $\delta(\mathbf{E}_0, \sigma)$, que interpreta o próximo símbolo $\sigma \in \Sigma$.

Continuando assim, o autômato **I** lerá toda a fita de entrada, após o que estará em um estado $\mathbf{E}_i$. Se $\mathbf{E}_i = \mathbf{E}_f$, então ele é um estado final e diz-se que o autômato **I** aceita a sequência, caso contrário **I** a rejeita.

Desta maneira, o autômato funciona como um **RECONHECEDOR** da **SOLUÇÃO PROPOSTA** aprovada pelo grupo durante o processo de colaboração. O reconhecedor atua sobre os diferentes estados do próprio processo de interação colaborativa, que começa com uma

solução proposta individual associada a um membro do grupo, até a aprovação desta solução pelo grupo inteiro.

Considerando todas essas premissas, junto com a descrição do processo de coordenação das intervenções (item 5.3.3), agora é possível formalizar um modelo para o **processo de colaboração** dos membros do grupo para atividades colaborativas baseadas em projeto. Este modelo pode ser desenhado a partir de um diagrama de transição de estados (DTE), como representado na Figura 5-7, e de fácil implementação.

Figura 5-7: Diagrama de transição de estados num processo de colaboração.

5.4. O modelo do Ambiente

O modelo para o Ambiente AEC aborda essencialmente questões conceituais do desenvolvimento da aplicação colaborativa. Este modelo propõe soluções para suportar os modelos anteriores, isto é, para dar suporte ao registro das informações que o especialista gera na etapa de análise e concepção da aplicação colaborativa, e para oferecer suporte à interação com o ambiente e aos processos de grupo que acontecem na execução das atividades de grupo.

O modelo do ambiente deve especificar como apresentar os cenários e conteúdos para o aprendiz e oferecer durante todo o processo de colaboração os recursos de **percepção** de usuários e dados. Para isso, o modelo precisa dispor de ferramentas apropriadas para gerar, de forma dinâmica: informação, cenários e/ou conteúdos personalizados, contrastando com o perfil e com o estilo do aprendiz e suas preferências. Além disso, o modelo deverá localizar os recursos necessários no processo de colaboração mais próximos para otimizar a velocidade de apresentação e atualização deles.

Em geral, num sistema que oferece suporte à aprendizagem colaborativa pela Web existem tipicamente os seguintes níveis e funcionalidades, que compõem o modelo do AEC:

1. Ferramentas de criação de recursos de ensino: SCO e Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa, OCAC. Estas ferramentas devem suportar o **modelo do especialista**, já descrito neste trabalho.
2. Um sistema para entregar os recursos de ensino aos aprendizes, conhecido como Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem, LMS. Este sistema deve suportar o **modelo do aprendiz**.

3. Ferramentas ou recursos de **percepção** de usuários e dados. Neste trabalho estas ferramentas devem suportar o **modelo do aprendiz**. (Porém, para futuros trabalhos poder-se-ia considerar que a preparação da atividade colaborativa envolve vários especialistas, sendo, então, uma atividade também em grupo que requer recursos de percepção.)
4. Uma base de dados, ou seja, um repositório para guardar os recursos de ensino, OCAC, que devem ser criados **segundo as especificações SCORM**.
5. Ferramentas para acompanhar a progressão do aluno e para avaliar seu desempenho, habilidades e conhecimentos em relação ao conteúdo da atividade de aprendizagem. Estas ferramentas devem suportar o complemento⁸⁷ ao **modelo do aprendiz**, aqui não apresentado por fugir do escopo deste trabalho.

A seguir são apresentadas as soluções para os quatro primeiros níveis de funcionalidades no modelo do Ambiente de Execução da Colaboração.

5.4.1. Suporte ao modelo do especialista

A interface do ambiente para o especialista ou professor deve oferecer espaços ou *links* para todas as atividades que o modelo especialista propõe realizar no desenvolvimento da aplicação de aprendizagem colaborativa de conceitos. Esses espaços devem estar presentes em ferramentas de criação de recursos para a aprendizagem colaborativa e podem estar organizados como a seguir:

- **Espaço para o registro do domínio da aprendizagem:** Deve permitir registrar os objetivos, os conteúdos associados à atividade colaborativa (opcional) e os

⁸⁷ Refere-se às propostas de soluções para o acompanhamento do aprendiz e tudo o que se refere ao processo de avaliação do aluno na realização da atividade de aprendizagem.

métodos que serão utilizados. Este trabalho propõe que o ambiente deve suportar mecanismos que permitam a seleção de qualquer um dos métodos de colaboração descritos na Tabela 2-4, e que, de forma automática, o ambiente prepare os espaços das atividades segundo as características do método escolhido.

- **Espaço para a formação dos grupos:** Neste espaço o ambiente deve permitir ao especialista (assim como também aos alunos) criar o grupo. O ambiente pode lhes propor várias heurísticas para escolha, ou permitir entrar os dados do grupo já criado manualmente.
- **Espaço para o registro das atividades de reconhecimento dos membros do grupo:** Este espaço deve permitir o registro das informações da aplicação demo e as primeiras orientações para o grupo.
- **Espaço para o registro do projeto:** Deve permitir ao especialista registrar as informações sobre a aplicação colaborativa, descrever em termos de atividades menores, e caracterizar as atividades por meio de objetos e ações. Este espaço também deve permitir a escolha da representação dos objetos de forma gráfica, textual ou por imagens. Com tudo isso, o especialista pode organizar os cenários para a execução da aplicação.
- **Espaço para o registro das regras de comportamento, intervenção e interação:** O especialista pode oferecer uma proposta para o grupo de como devem participar e interagir para manter uma organização e garantir a participação de todos, como, também, selecionar protocolos preestabelecidos. Em relação às atividades de aprendizagem colaborativas baseadas no método de projeto, sugere-se definir a seqüência de participação dos alunos para expor uma solução individual proposta.

Isto pode ser entendido como a sequência ordenada da elaboração das etapas do projeto, cada uma por um aluno específico.

- **Espaço de coordenação:** Desde o ponto de vista do conteúdo instrucional, este espaço deve oferecer ferramentas para organizar as atividades e a apresentação dos conhecimentos envolvidos na realização do projeto. Sugere-se a utilização de ferramentas para construir mapas conceituais. Desde o ponto de vista do processo do grupo, este espaço deve permitir ao especialista escolher mecanismos de coordenação e de colaboração, disponíveis e relacionados com o método de grupo selecionado para a execução da atividade colaborativa. Especificamente para este trabalho, o mecanismo de coordenação é o proposto no item 5.3.3, e o processo de colaboração proposto no item 5.3.4.
- **Espaço para registrar as atividades de avaliação:** Este espaço deve permitir o registro de informações de como e quando avaliar a aprendizagem colaborativa, além de permitir a elaboração e o registro da atividade de avaliação apropriada.
- **Espaço para publicar a aplicação:** Este espaço é o lugar onde se devem realizar as operações necessárias para disponibilizar aos múltiplos usuários a aplicação colaborativa criada.
- **Espaço para a comunicação com os alunos:** Este espaço é destinado à interação com os alunos durante a execução da atividade colaborativa, tanto para comunicar informação, quanto para oferecer ajuda aos participantes. Este espaço deve suportar ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona.

5.4.2. Suporte ao modelo do aprendiz

A interface do ambiente para o aluno deve oferecer espaços compartilhados para todos os participantes do grupo colaborativo. Esses espaços devem permitir a realização das atividades que o modelo aprendiz propõe para a execução da aplicação de aprendizagem colaborativa e prática de conceitos.

Estes espaços também devem suportar e garantir com sucesso os processos de grupo presentes nas atividades colaborativas. A proposta do modelo do ambiente, que suporta o modelo do aprendiz, é de organizar esses espaços como a seguir:

- **Espaço de entrada:** Deve permitir o registro dos participantes e configuração de papéis. No caso de execução da aplicação baseada no método de projeto, os papéis dos participantes estarão relacionados às funções que individualmente cada um deles deve realizar em cada etapa do projeto. Por exemplo:
 - ***um responsável pela execução de uma etapa:*** aquele que começa a execução e coordena todas as ações de aprendizagem envolvidas nessa etapa;
 - ***o membro ativo:*** aquele que pode propor soluções, em geral são todos os participantes;
 - ***o membro espectador:*** aquele que não está obrigado a participar, porém observa o processo de colaboração, em geral pode ser o professor ou monitor que representa ao especialista no assunto de estudo e,
 - ***um responsável pelo registro na memória do grupo:*** aquele membro do grupo escolhido pelo próprio grupo, para relatar e/ou registrar as ações de aprendizagem significativas, que acontecem no processo de colaboração, por exemplo as soluções do grupo para uma etapa do projeto.

- **Espaço de informações:** Deve disponibilizar informações sobre os objetivos da atividade, a composição do grupo, a aplicação demonstrativa, além de informações sobre o projeto, os protocolos de participação e comunicação, e o processo de avaliação.
- **Espaço de execução do demo:** Este espaço pode ser acessado de maneira assíncrona, porém, o mais conveniente é exigir que os participantes utilizam o modo síncrono para permitir interação entre todos os membros do grupo, e até com o especialista nos casos necessários. Este é o espaço onde começa a compreensão da atividade, a partir de um exemplo simples, e onde é garantida a atividade inicial de reconhecimento dos membros do grupo.
- **Espaço de execução do projeto:** Este é um espaço de compartilhamento, onde acontecem as AÇÕES (soluções parciais dos alunos), que modificam os OBJETOS de cada uma das etapas do projeto, no processo de busca da solução final. A interface deste espaço deve ser atualizada constantemente para todos os participantes. Este espaço requer suporte para um eficiente controle de concorrência e de segurança dos dados, para assim garantir interação síncrona. A função principal deste espaço de trabalho é dar suporte à construção colaborativa de conhecimentos, por meio de atividades de geração de idéias, propostas de soluções parciais, negociação, soluções de conflitos e execução de ações. Cada aprendiz é responsável por uma etapa ou parte de uma etapa do projeto, porém, o grupo inteiro deve aprovar a solução de cada etapa.
 - **Representação dos conhecimentos:** O registro e representação das soluções, em cada etapa do projeto, devem ser realizados de acordo com a atividade colaborativa específica e segundo a metáfora adotada. Em geral, as soluções devem ser entradas individualmente

no ambiente pela escrita, pela fala ou pela seleção de objetos que representam ações. Essas soluções devem ser apresentadas para todos os membros do grupo, por meio das atualizações das interfaces.

- **Espaço para consultas à memória de grupo:** Este espaço disponibiliza o repositório de trabalhos, que pode ser acessível para consulta por todos os participantes. Este repositório deve ser criado por meio de bancos de dados encarregados de organizar e registrar a memória organizacional do grupo. Esta MEMÓRIA pode conter objetivos, idéias, padrões, orientações, projetos, objetos e produtos (resultados das atividades em colaboração). Neste espaço também podem ser registrados resultados de reuniões, planos de ações, decisões e qualquer informação que contribua com o processo de aprendizagem colaborativa. O material que possa ser considerado reutilizável por uma outra aplicação colaborativa no futuro, deve ser criado segundo as especificações propostas no item 6.3, e deve ser armazenado num outro espaço específico para os OCAC.
- **Espaço para a comunicação:** Este espaço deve oferecer ferramentas para facilitar e suportar a interação demandada nas atividades colaborativas em grupo. Para tanto, deve disponibilizar ferramentas de comunicação síncrona, tais como: IRC⁸⁸, *talk*⁸⁹ e MOO⁹⁰, e/ou ferramentas que permitam apresentação e transmissão de vídeo e áudio em tempo real. Todos esses recursos são válidos para os casos em que o grupo necessita, em tempo real, decidir o que fazer, por que e como fazer, e discutir sobre as soluções particulares para o projeto conjunto. O espaço também deve disponibilizar ferramentas de comunicação assíncrona, para serem utilizadas nos casos em que os participantes precisam preparar-se separadamente para as

⁸⁸ O IRC permite a comunicação síncrona em modo texto entre vários participantes, através de uma janela comum onde tudo o que é escrito por um participante pode ser lido imediatamente por todos os outros.

⁸⁹ O *talk* permite a comunicação em tempo real através de mensagens textuais trocadas entre duas pessoas.

⁹⁰ Ver notas de rodapé 17 e 18.

atividades em tempo real, seja estudando e/ou consultando atividades de outros grupos ou material adicional sobre o tema de trabalho. Para este tipo de comunicação, o ambiente deve oferecer soluções para a utilização de ferramentas que permitam trocas de mensagens textuais, tais como: correio eletrônico, fórum e listas de discussão, *news* e documentos (hiperdocumentos), ou através de áudio e vídeo gravados. Para a forma síncrona de comunicação, o ambiente deve suportar mecanismos de percepção e de coordenação, como a seguir:

- ***Suporte aos mecanismos de percepção:*** No processo de interação, que acontece nas atividades de grupo a distância, é fundamental que cada participante tenha percepção da presença e das ações dos demais participantes. A percepção significa uma compreensão do **ESTADO** completo do sistema, incluindo as atividades passadas, o estado atual e as opções futuras. Portanto, uma forma de obter a percepção é pelos estados que descrevem a situação da atividade em cada momento (consultar no item 5.3.4). É útil também extrair informação relacionada aos alunos por intermédio de um conjunto de questões apresentadas na Tabela 2-5. Assim, o ambiente oferecerá, a todos os participantes, informação sobre o fluxo de atividades e sobre as suas ações. As interfaces do ambiente podem incluir: fotos ou representações dos membros do grupo, das suas emoções, ferramentas de conferência, imagens, palavra escrita, mensagens orais, mensagens filmadas ou uma adequada mistura de todos. A linguagem utilizada em todos os casos tem que ser breve e precisa, que não admita ambigüidades. E para ambientes em que é gerado um grande número de informações sobre ações, é necessário implementar recursos de filtragem de informações para otimizar a consulta dos participantes, permitindo que percebam apenas as ações de seu interesse.
- ***Suporte aos mecanismos de coordenação:*** No processo de execução de um projeto colaborativo, o ambiente tem que executar mecanismos

que garantam consistência, controle de concorrência, sincronização das atividades e comunicação dos membros do grupo. Este espaço também deve suportar a coordenação das intervenções e o processo de colaboração apresentados nos itens 5.3.3 e 5.3.4.

5.4.3. Integração dos modelos e servidor de colaboração

O modelo do ambiente para Sistemas Eletrônicos de Suporte à Aprendizagem Colaborativa oferece suporte à integração dos modelos do especialista e do aprendiz, além do protocolo de comunicação. Este modelo está composto por seis níveis, dos quais quatro correspondem às atividades de suporte para o modelo do especialista e dois, às atividades de suporte para o modelo do aprendiz. O protocolo de comunicação é estabelecido por regras de intervenção e mecanismos de coordenação das intervenções. Na Figura 5-8 é apresentado um esquema do modelo MAC-BP.

O modelo MAC-BP proposto, quando implementado, deverá garantir que os alunos trabalhem em instâncias diferentes de uma mesma aplicação colaborativa, de forma tal que cada um possa visualizar a sua instância; de maneira diferente, por exemplo, um aprendiz pode visualizar a sua instância como um gráfico, enquanto outro membro do grupo pode estar visualizando-a como uma matriz.

A implementação demanda um servidor de aplicações colaborativas, que é responsável pela sincronização das instâncias da aplicação colaborativa e, em decorrência, pela sincronização das interfaces individuais de todos os membros do grupo.

Figura 5-8: O modelo do ambiente: um suporte para as atividades e funções envolvidas nos modelos do especialista e do aprendiz, além do protocolo de comunicação.

A Figura 5-9 ilustra a forma em que a sincronização deverá ser implementada:

1. Um membro do grupo envia uma solução proposta (1).
2. Uma mensagem é enviada ao servidor que se encarrega de atualizar a sua instância (2).
3. O servidor repassa a modificação aos demais participantes da sala virtual (3).
4. O modelo local e a interface de cada participante que recebe aviso de alteração são atualizados.

Figura 5-9: Servidor de Colaboração

A implementação de um ambiente de suporte para as aplicações de aprendizagem colaborativas que utilize o Modelo do Ambiente aqui proposto, sem dúvidas precisa de um guia na compreensão do comportamento do modelo enquanto as relações dos atores envolvidos e as funções que lhes foram associadas, desde a perspectiva do modelo ambiente como suporte ao modelo especialista e como suporte ao modelo aprendiz.

Isto pode ser conseguido, a partir da criação de um digrama de “casos de uso” construído com auxílio da linguagem de modelagem visual UML⁹¹ 2.0.

Primeiramente, são identificados os principais atores envolvidos no Modelo do Ambiente como suporte ao modelo especialista e logo a seguir é apresentado o diagrama na Figura 5-10.

⁹¹ UML: *Unified Modeling Language*. Linguagem desenvolvida por Grady Booch, James Rumbaugh, e Ivar Jacobson que são conhecidos como "os três amigos". Eles desenvolveram as três mais conceituadas metodologias de modelagem de sistemas orientados a objetos, sendo a UML a junção do que havia de melhor nelas, mais novos conceitos e visões da linguagem. Atualmente disponível a versão 2.0 no endereço: <http://www.uml.org/#UML2.0> (consultado em 15/09/2005)

Atores no modelo do ambiente

1. **Equipe multidisciplinar:** composta por especialistas em multimídia, programação, suporte técnico, redes, pedagogia, psicologia, etc.
2. **Gerente técnico:** participante que oferece suporte técnico e viabiliza o funcionamento do modelo do ambiente, do servidor de colaboração e, em geral, o funcionamento da rede e sistemas distribuídos.

Diagrama de Caso de uso para o Modelo do Ambiente na perspectiva de suporte ao Modelo Especialista

Figura 5-10: Representação da visão do comportamento do Modelo do Ambiente como suporte ao modelo especialista e na perspectiva das relações entre os atores e suas funções,. Diagrama da UML de Caso de Uso.

5.5. Considerações gerais

O modelo MAC-BP segue a linha construtivista e construcionista de aprendizagem. Seguindo o modelo, é perfeitamente possível criar ambientes interativos, onde cada aprendiz pode construir seu conhecimento por intermédio da sua participação no grupo e por meio dos recursos tecnológicos da informática e das comunicações.

A proposta do modelo MAC-BP envolve muitos aspectos da aprendizagem colaborativa e constitui um guia para a elaboração de aplicações instrucionais para grupos. Preocupou-se, em cada um dos seus passos, em não deixar de considerar os elementos básicos que garantem o sucesso da utilização deste estilo de aprendizagem.

Para que uma aplicação colaborativa, elaborada segundo o modelo aqui proposto, atenda às expectativas do professor e dos alunos, é muito importante realizar uma avaliação crítica antes de ser disponibilizada para os alunos. Para tanto, recomenda-se realizar testes e correção de erros para o modelo até obter-se uma versão que satisfaça os requerimentos que os usuários do sistema especificam e exigem. No caso do ambiente de aprendizagem desenvolvido para uma aplicação específica, esses requerimentos são entendidos como as restrições a satisfazer, que aparecem listados no capítulo 2 deste trabalho, nos itens 2.3 e 2.5.

A proposta apresentada neste capítulo evidencia que, tanto a definição das etapas necessárias para a preparação das atividades colaborativas quanto a correta escolha do estilo colaborativo para a atividade planejada requerem do especialista um considerável investimento em tempo, além de uma grande dedicação e aprofundamento no assunto.

Para diminuir este e outros inconvenientes, recomenda-se utilizar a proposta do modelo MAC-BP junto com as especificações baseadas no modelo SCORM propostas no capítulo seguinte.

6. Especificações do Modelo MAC-BP

Propor um modelo conceitual, para o processo de aprendizagem colaborativa por meio do desenvolvimento de projeto significa definir especificações para a criação e utilização dos recursos instrucionais envolvidos nas aplicações de aprendizagem em grupo; e, ainda, identificar os conceitos e a seqüência de eventos envolvidos na busca de soluções durante a execução dessas aplicações.

Também é necessário definir os Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa para aplicações baseadas em projetos OCAC, especificar o seu empacotamento e definir a seqüência das atividades na busca da solução das partes do projeto. Para atingir esses propósitos acreditou-se conveniente utilizar:

- **Uma ação de aprendizagem protótipo:** para identificar com maior facilidade quais e como devem ser os objetos e os métodos de colaboração. A ação deve ser criada segundo o modelo MAC-BP e ter como objetivo a execução de um projeto genérico orientado ao ensino da metodologia para realizar projetos. Esta ação foi escolhida por constituir o ensino da metodologia de realização de projetos um objetivo fundamental no ensino de Engenharia.
- **As especificações IMS-LD⁹²:** para representar os objetos e os processos de aprendizagem. A IMS-LD permite descrever que atividades serão realizadas, por quem e quando, além dos materiais e serviços necessários para atingir os seus objetivos. Para facilitar a compreensão dos modelos propostos neste trabalho para o planejamento e a execução de ações de aprendizagem colaborativa, cada uma das etapas da ação protótipo serão representadas por diagramas disponíveis na linguagem de modelagem visual UML⁹³ 2.0.

⁹² IMS-LD (*Instructional Management System-Learning Design*) - IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide. V1.0 Final Specification. IMS Global Learning Consortium. 2003. (consultado em 15/09/2005). Disponível em: http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_bestv1p0.html.

⁹³ UML™ Resource Page. Disponível em: <http://www.uml.org/#UML2.0> (consultado em 15/09/2005)

6.1. Projeto genérico: ensino de projeto baseado no método de projeto

Para simplificar a execução do **Projeto genérico**, primeiramente, deve ser dividida a execução desta ação em atividades elementares que correspondam às etapas da metodologia de preparação e execução de um projeto qualquer. Desta forma, um grupo de alunos orientados por um especialista, que pode ser o professor, executará todas as atividades da ação de aprendizagem protótipo. Na busca de solução para cada atividade elementar é escolhido um aluno responsável pelo início da interação entre os membros do grupo.

Uma ação de aprendizagem (AA) caracteriza um conjunto de atividades com um objetivo específico de aprendizagem. As atividades que, caracterizam uma tarefa específica e monolítica cuja execução pode necessitar de recursos ou conteúdos específicos, são atividades elementares de aprendizagem (AEA).

Assim, uma ação de aprendizagem é composta por uma ou mais atividades elementares e/ou ações de aprendizagem com as suas respectivas execuções ordenadas segundo algum critério estabelecido.

A Figura 6-1 descreve o relacionamento entre os conceitos principais envolvidos na definição de ações de aprendizagem. Neste diagrama UML, o uso do asterisco indica repetição indefinida, por exemplo, na relação AA-conteúdo, o asterisco indica que uma AA pode conter muitos objetos de conteúdo, e na relação conteúdo-AA o asterisco indica que um objeto de conteúdo pode estar presente em diferentes AA. No diagrama, o diamante é um símbolo de agregação, utilizado para ilustrar relacionamentos de tipo todo/parte. Neste caso, utilizado para indicar que uma AA contém uma ou varias atividades AEA que funcionam como partes independentes e reutilizáveis por outras AA.

Figura 6-1: Relacionamento entre os conceitos envolvidos numa ação de aprendizagem

Para a ação de aprendizagem protótipo **-Projeto genérico-**, o processo de colaboração do grupo é definido segundo o modelo formal baseado num autômato finito, apresentado e descrito na Figura 5-6 e no diagrama de transição de estados da Figura 5-7. As etapas da ação de aprendizagem são detalhadas a seguir.

6.1.1. AA 1: especificação do projeto

O grupo deve especificar um projeto geral válido para qualquer área do conhecimento da Engenharia. Para isto, um grupo de alunos, podendo ainda não constituir propriamente um grupo adequado para esta etapa de planejamento, deve realizar um conjunto de tarefas em colaboração, orientadas a atingir o objetivo da ação de aprendizagem planejada.

Neste ponto, os participantes devem definir um responsável (ar) para cada uma das atividades elementares (AEA) necessárias nesta primeira ação (AA). As atividades elementares são comentadas a seguir:

AEA 1: Identificar o problema a ser resolvido

Aqui se produz um processo de colaboração, onde um aluno escolhido entre todos os participantes, ou o próprio professor, começa o processo de geração de idéias, esquadrinhando situações nas quais seja conveniente utilizar o método de projeto. Isto pode ser feito junto

com o professor, que ressaltará a importância da utilização do método de projeto na aprendizagem de conceitos práticos e de habilidades pessoais.

A identificação do problema a ser resolvido pode derivar na escolha de um projeto de caráter teórico ou de um projeto de caráter prático.

- ✧ Responsável da atividade AEA 1: ⁹⁴ [Aluno ar1] $\wedge$ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 1: ⁹⁵ [Aluno ar1] $\wedge$ [Grupo] $\wedge$ [Professor]

AEA 2: Formulação dos objetivos

O objetivo geral da execução do projeto genérico é que os membros de um grupo consigam aprender por meio da prática, como preparar e executar cada uma das etapas de um projeto. Os objetivos específicos são elaborados pelo grupo num processo de colaboração, e estabelecidos em função do tipo de projeto definido na identificação do problema. Ou seja, se o projeto for de caráter teórico, a execução do projeto deve estar orientada à pesquisa dos fundamentos teóricos da criação de qualquer projeto, de modo que, o grupo debaterá sobre o significado de projeto, as etapas de um projeto e toda a informação relacionada com a metodologia para elaborar e executar um projeto qualquer, dando continuidade com a execução das próximas etapas da ação protótipo, seguindo a própria metodologia de projeto estudada e discutida pelo grupo.

Por outro lado, se o projeto for de caráter prático, significa que o grupo definiu um problema específico, portanto também deve definir os objetivos que pretende com a resolução desse problema que, além de envolver uma ou várias áreas do conhecimento, deve representar

⁹⁴ O responsável da atividade resulta da relação lógica ($\wedge$: e) entre os conjuntos Aluno responsável escolhido pelo Grupo e o Professor.

⁹⁵ O conjunto de participantes resulta da relação lógica ($\wedge$: e) entre os conjuntos Grupo e Professor. O conjunto grupo está formado por todos os membros do grupo que participam da ação de aprendizagem. E o conjunto Professor está formado pelo(s) professor(es) ou especialista(s).

um problema de engenharia afinados com os interesses deste trabalho. Neste caso, as próximas etapas da execução da ação de aprendizagem protótipo são resolvidas na busca de uma solução do problema especificado.

- ✧ Responsável da atividade AEA 2: [Aluno ar2] ^ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 2: [Aluno ar2] ^ [Grupo] ^ [Professor]

AEA 3: Formação do grupo

Em relação à formação do grupo, pode ela parecer uma atividade redundante, pois a primeira atividade desta etapa do projeto é realizada por um grupo. Então, se já existe um grupo, cabe a pergunta: que novo grupo deve ser criado?

Inicialmente considera-se que diversos aprendizes se juntam para resolver um problema, seja qual for a sua composição e tamanho. Porém, para aprender a elaborar projetos, objetivo desta ação de aprendizagem protótipo, é importante conhecer a formação do grupo conveniente para a ação específica. Portanto, o próprio grupo que realiza a atividade pode definir a formação de novos grupos a partir de seus membros atuais. Todos os membros, com auxílio do professor, interagem na busca de heurísticas ou métodos para escolher os participantes de novos e eficazes grupos.

- ✧ Responsável da atividade AEA 3: [Aluno ar3] ^ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 3: [Aluno ar3] ^ [Grupo] ^ [Professor]

AEA 4: Planejamento da execução

Em função dos objetivos e do caráter do projeto, o grupo deve escolher uma metodologia de execução do projeto; por exemplo, o método de síntese (*top-down*⁹⁶), o método de análise (*bottom-down*⁹⁷), ou uma combinação dos dois. Também devem ser definidas as etapas, as atividades das etapas e uma adequada ordenação para elas. Os papéis demandados pela metodologia escolhida e o participante responsável por cada atividade devem também ser determinados, assim como estabelecidos os critérios para a avaliação do projeto.

Se o projeto for de tipo prático, as atividades estão relacionadas com um problema específico. Por exemplo, para um projeto de interconexão de redes de computadores, as atividades orientadas por Sauv em [94] so as seguintes:

- Identificao das necessidades e objetivos do cliente
 - Anlise dos objetivos e restries de negcio
 - Anlise dos objetivos e restries tcnicas
 - Caracterizao da rede existente
 - Caracterizao do trfego de rede
- Projeto Lgico da Rede
 - Projeto da topologia da rede
 - Projeto do esquema de endereamento
 - Seleo de protocolos de *bridging*, *switching* e roteamento
 - Desenvolvimento de estratgias de segurana e gerncia
- Projeto Fsico da Rede
 - Seleo de tecnologias e dispositivos para redes de campus
 - Seleo de tecnologias e dispositivos para redes corporativas
- Testes e Documentao do Projeto de Rede

⁹⁶ *Top-down* um processo descendente, no qual primeiro se levantam certas hipteses sobre o projeto a executar e logo se procuram validar as hipteses. utilizado como um processo de refinamento.

⁹⁷ *Bottom-down* um processo ascendente, no qual primeiro se analisa cada uma das partes do projeto a executar, e logo se analisa o conjunto das partes como um todo. utilizado como um processo de composio.

- Testes do projeto de rede
- Documentação do projeto de rede

Se for um projeto teórico, as atividades estarão orientadas à pesquisa sobre toda informação relacionada com projetos.

- ✧ Responsável da atividade AEA 4:⁹⁸ [Aluno ar4] | [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 4:⁹⁹ [Aluno ar4] ^ [Grupo] | [Professor]

AEA 5: Seleção de estratégias

O grupo debate as estratégias a utilizar na execução das tarefas envolvidas no projeto. Pode ser escolhido qualquer método de grupo dos apresentados na Tabela 2-4. Aqui é interessante que o grupo auxiliado pelo professor escolha um método para cada atividade, ou seja, pode experimentar diferentes técnicas de grupo nas diferentes atividades em que foi dividida a execução do projeto.

Por exemplo, se for escolhido a técnica de *brainstorming* para a realização de alguma atividade, todos os membros do grupo podem contribuir com idéias. Os participantes seguem alguma ordem de intervenção preestabelecida e algum critério para deter o processo de emissão de idéias. Logo, deve acontecer uma análise sobre as idéias colocadas, cujo objetivo seja obter as melhores aprovadas pelo grupo. Este processo pode ser coordenado por meio do modelo de interação colaborativa, formalizado neste trabalho no item 5.3.4, através do autômato I.

⁹⁸ O responsável da atividade resulta da relação lógica (|: ou) entre os conjuntos Aluno responsável escolhido pelo Grupo e o Professor.

⁹⁹ O conjunto de participantes resulta da relação lógica (|: ou) entre os conjuntos Grupo e Professor. O conjunto grupo está formado por todos os membros do grupo que participam da ação de aprendizagem. E o conjunto Professor está formado pelo(s) professor(es) ou especialista(s).

Este exemplo contribui para o esclarecimento da utilização do autômato finito, sempre que seja necessária a aprovação grupal de uma idéia, contribuição ou solução em geral.

- ✧ Responsável da atividade AEA 5: [Aluno ar5] $\wedge$ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 5: [Aluno ar5] $\wedge$ [Grupo] $\wedge$ [Professor]

AEA 6: Especificação dos recursos

Em função dos objetivos e das estratégias escolhidas, devem ser especificados os recursos necessários para cada atividade elementar, em que seja dividida a execução do projeto. Por exemplo, recursos de suporte a videoconferência, fórum de discussão, correio eletrônico, edição colaborativa de documentos etc.

- ✧ Responsável da atividade AEA 6: [Aluno ar6] $\mid$ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 6: [Aluno ar6] $\wedge$ [Grupo] $\mid$ [Professor]

AEA 7: Coordenação

O grupo pode escolher um participante para controlar a seqüência e o cumprimento das atividades, mas também pode debater métodos para realizar a coordenação, ou implementar alguma coordenação automática. A divisão do projeto em atividades pode ser representada por mapas conceituais, e a seqüência das atividades pode ser controlada por mecanismos de navegação através do mapa.

- ✧ Responsável da atividade AEA 7: [Aluno ar7] $\mid$ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 7: [Aluno ar7] $\mid$ [Professor]

AEA 8: Avaliação

O grupo deve debater as formas de avaliar as competências adquiridas pelos participantes na execução de um projeto. No caso de um projeto de caráter teórico, esta tarefa deve ser orientada para pesquisar sobre a avaliação dos aprendizes em atividades de aprendizagem colaborativa. No caso de um projeto de caráter prático, o grupo junto com ao professor, debate até escolher as formas de avaliação dos participantes e do produto que resulta da resolução do problema específico.

- ✧ Responsável da atividade AEA 8: [Aluno ar8] ^ [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AEA 8: [Aluno ar8] ^ [Grupo] ^ [Professor]

Diagrama de Caso de uso do Modelo do Especialista na ação de aprendizagem protótipo

Todas essas atividades envolvidas na etapa de especificação de um projeto (AA1) foram descritas no Modelo do Especialista proposto neste trabalho. A seguir são apresentados os principais ATORES envolvidos nesse modelo:

1. **Especialista:** principal responsável pela elaboração da ação de aprendizagem. Pode ser um professor, instrutor, monitor ou pessoal especializado na área do conhecimento de interesse.
2. **Grupo:** Conjunto de alunos que participam na especificação da ação de aprendizagem colaborativa (AA1).
3. **Aluno responsável:** participante escolhido pelo grupo para coordenar uma atividade elementar de aprendizagem (ari, $i = 1...n$, n : número de AEAs que compõem a ação de aprendizagem AA1).

4. **Equipe multidisciplinar:** especialistas que podem ser consultados em áreas de apoio ao desenvolvimento de atividades de aprendizagem: pedagogos, psicólogos etc.
5. **Gerente técnico:** aquele que oferece suporte técnico e viabiliza o funcionamento do modelo do ambiente, do servidor de colaboração, e, em geral, o funcionamento da rede e sistemas distribuídos.

Utilizando esta ação protótipo, nesta etapa de preparação de um projeto genérico é possível construir um diagrama de “casos de uso”. Assim, o diagrama da Figura 6-2 constitui um guia importante para entender o comportamento do modelo do especialista na perspectiva das relações dos atores envolvidos e as funções que a eles foram associadas.

Figura 6-2: Representação do comportamento do Modelo do Especialista na perspectiva das relações entre os atores e suas funções. Diagrama de Caso de Uso segundo a UML.

Diagrama de Atividades para a utilização do Modelo do Especialista na aplicação protótipo

Esta etapa de especificação ou planejamento do projeto envolve um número de atividades, cuja ordem de realização não é única e nem linear: Identificar o problema a ser resolvido; Formulação dos objetivos; Formação do grupo; Planejamento da execução; Seleção de estratégias; Especificação dos recursos; Coordenação; e Avaliação.

A execução dessas atividades elementares (AEAi) ativa os processos de colaboração que acompanham a busca de soluções para cada atividade elementar. Esses processos podem ser iterativos, de modo que, uma vez encontrada uma solução para uma atividade elementar, a execução da etapa de planejamento avança sequencialmente para uma outra atividade elementar, podendo voltar para uma já resolvida anteriormente e mudar a solução que se tinha aprovado, Figura 6-3. Assim, é possível continuar a execução de acordo com as situações específicas do caso de uso e segundo a dinâmica da criação de conhecimentos e colaboração dos participantes.

No diagrama de atividades as setas de atividades podem conter condições, cláusula de envio ou uma expressão de ação, ou simplesmente não conter nada, o que significa que a próxima ação é executada assim que a ação anterior se conclui. A condição de decisão é mostrada por uma nota: <<condição de decisão>>. Um nó de decisão é mostrado por um símbolo na forma de um diamante.

Figura 6-3: Diagrama de atividades simplificado para as 8 atividades elementares (AEA) envolvidas na execução da especificação do projeto (AA1).

Cada uma dessas atividades AEAi podem ser representadas segundo a Figura 6-4, na qual o responsável pela atividade é sempre um aluno escolhido pelo grupo antes de começar a atividade elementar. O especialista é um participante observador e passivo, até que o processo de colaboração requeira da sua intervenção ou até que o grupo solicite ajuda. O servidor de colaboração é um recurso que se ativa automaticamente para suportar o registro das sessões de trabalho e de todo o processo de grupo. O grupo é o ator principal que executa a interação colaborativa em busca de uma solução em cada atividade. Esta interação aparece identificada pelo número 1 numa caixa, cuja descrição detalhada está na Figura 6-5.

Figura 6-4: Diagrama de atividades simplificado para atividade AEAi envolvida na ação de aprendizagem AA1 (etapa de especificação do projeto).

A Figura 6-5 descreve um diagrama de atividades para a atividade AEAi que representa o fluxo da execução da seqüência das atividades envolvidas na ação de aprendizagem, indicando quando e por quem elas são realizadas. Sem dúvidas, a utilização deste tipo de diagrama ajuda na compreensão da execução de qualquer etapa do projeto.

Implicitamente, o processo de colaboração segue os passos definidos pelo autômato finito I, já descrito neste trabalho. Ele reconhece a solução aprovada pelo grupo como solução da atividade elementar que se está resolvendo.

Em relação ao número de contribuições individuais, na execução de cada atividade, este não é limitado como descrito na Figura 5-5. Assim, este processo demanda a intervenção do professor para interromper a emissão excessiva de contribuições do grupo e orientá-lo para um processo de negociação, que deve concluir quando a maioria de seus membros aprovar uma contribuição.

Figura 6-5: Diagrama de atividades para modelagem da atividade AEA1 (identificação do problema) da ação de aprendizagem AA1 (especificação do projeto).

6.1.2. AA2: execução do projeto

A execução deve ser realizada segundo o planejamento e os recursos disponíveis. Se o projeto escolhido pelo grupo, na etapa anterior, for de tipo projeto teórico, as atividades a executar estarão orientadas à pesquisa sobre toda informação relacionada com projetos. Por exemplo:

- Busca de informação:
 - O que é um projeto?
 - Para que e quando é utilizado o método de projeto?
 - Tipos de projetos
 - Recursos necessários
 - Vantagens e desvantagens com relação a outros métodos de aprendizagem
 - Utilização na aprendizagem individual e na aprendizagem em grupo.
 - Como avaliar o desempenho na realização de um projeto? etc.
- Discussão dos resultados da pesquisa no grupo.
- Preparação de monografias, relatórios ou qualquer outro documento.
- Apresentação em seminários virtuais, videoconferências etc.

A execução dessas atividades deve ser realizada segundo o Modelo do Aprendiz proposto neste trabalho. A seguir são apresentados os principais ATORES envolvidos nesse modelo:

1. **Grupo:** conjunto de alunos que participam na execução da ação de aprendizagem colaborativa (AA2).
2. **Aluno responsável:** participante escolhido pelo grupo para comandar uma atividade elementar de aprendizagem (ari, $i = 1...n$, n : número de AEAs que compõem a ação de aprendizagem AA2).
3. **Especialista:** professor ou monitor acompanhando a execução da atividade.

Diagrama de Caso de uso do Modelo do Aprendiz na aplicação protótipo

Para esta etapa da ação de aprendizagem protótipo, também é possível construir um diagrama de “casos de uso”. Neste caso, o diagrama da Figura 6-6 serve como guia para entender as características do modelo do aprendiz desde a perspectiva do comportamento das relações dos atores envolvidos até as funções que lhes foram associadas.

Figura 6-6: Representação da visão do comportamento do Modelo do Aprendiz na perspectiva das relações entre os atores e suas funções. Diagrama de Caso de Uso da UML.

Diagrama de Seqüência do uso do Modelo do Aprendiz na aplicação protótipo

Nesta ação de aprendizagem AA2, a execução das atividades elementares é representada como na ação de aprendizagem anterior -AA1 de planificação, pelas figuras 6-2, 6-3 e 6-4. No entanto, distingui-se nesta ação de aprendizagem o processo de colaboração que acontece na execução de qualquer atividade do projeto, formalizado através do autômato I, no item 5.3.4. O fluxo das ações envolvidas no processo de colaboração é representado na Figura 6-7 num diagrama de atividades.

Figura 6-7: Diagrama de atividades para modelagem do fluxo das ações envolvidas no processo de colaboração na execução de atividades de um projeto.

6.1.3. AA3: documentação do projeto

Um ou mais alunos podem ser eleitos como responsáveis pela atualização dos documentos e pelo armazenamento de mensagens ou resultados de discussões interessantes. O grupo deve escolher um formato para registrar os resultados das etapas que vão sendo executadas. Por exemplo, pode ser utilizada a Tabela 6-1, cujos dados podem ser introduzidos como texto num documento, ou em bancos de dados adequadamente criados para esses fins.

Tabela 6-1: Descritores do projeto utilizados na documentação da aplicação protótipo.

Descritores do projeto	Informação
Tipo de projeto	Teórico ou prático
Nome do projeto	Projeto genérico
Descrição do projeto	Este projeto foi considerado como uma ação de aprendizagem protótipo, para exemplificar o processo de colaboração que acontece entre os membros de um grupo durante a execução das etapas de um projeto qualquer
Data de realização	17 de agosto de 2005
Coordenador do projeto	Pesquisadora Luisa A.G.González email:lgonzale@larc.usp.br
Curso	Primeiro ano de Engenharia Elétrica
Objetivos do projeto	Por meio da execução de um projeto, ensina os alunos de Engenharia a elaborar e executar cada uma das etapas de um projeto qualquer
Informação do grupo	Número de participantes do grupo, endereço eletrônico dos participantes etc.
Atividades	Relatar a divisão do projeto em atividades, os responsáveis por cada atividade, os resultados obtidos pelo grupo em cada etapa do projeto, as dificuldades, os aspectos positivos, os aspectos a superar, e, em geral, apresentar as conclusões sobre os assuntos abordados pelo grupo na realização do projeto
Avaliação	Descrever os critérios utilizados na avaliação e os resultados obtidos
Produto	Descrever o que se obteve durante a execução do projeto bem como o resultado final

✧ Responsável da atividade AA3: [Aluno ar]

✧ Participantes da atividade AA3: [Grupo] [^] [Aluno ar]

6.1.4. AA4: avaliação e críticas

O grupo deve ser avaliado segundo os próprios critérios propostos por seus membros na execução da primeira etapa do projeto.

Também deve ser avaliado o que foi realizado em cada uma das etapas da execução do projeto, para verificar se está de acordo com o planejado. Pode ser utilizado algum tipo de avaliação no sentido de julgar se o projeto, e em consequência o planejamento, está correto ou tem falhas.

O resultado da avaliação de cada etapa pode requerer o retorno a uma fase anterior do projeto para redefinir alguns aspectos ou buscar uma outra solução, sem que isto tenha conotação de falha, já que um projeto é o resultado da criação de conhecimentos e da maturação dos conhecimentos e habilidades dos participantes.

- ✧ Responsável da atividade AA4: [Professor]
- ✧ Participantes da atividade AA4: [Grupo]

6.1.5. AA5: publicação

A apresentação do produto ou dos resultados do projeto pode acontecer segundo as possibilidades de divulgação existentes e a natureza da ação protótipo desenvolvida. O grupo pode escolher publicar os resultados da execução do projeto, por intermédio de atividades tipo seminário, videoconferência, apresentação gravada, distribuição em formato digital, divulgação do lugar de armazenamento do relatório final etc.

- ✧ Responsável da atividade AA5: [Aluno ar]
- ✧ Participantes da atividade AA5: [Aluno ar] | [Grupo]

6.1.6. Conclusão sobre a execução da ação de aprendizagem protótipo

A execução desta ação foi dividida em etapas que correspondem com às etapas de realização de um projeto qualquer. À sua vez, cada etapa foi dividida em tarefas ou atividades elementares mais simples. Para cada atividade foi escolhido pelo grupo um aluno responsável pelo início do processo de busca da solução para aquela atividade. Este processo é resolvido através de um autômato finito, cuja execução pode ser interrompida a qualquer momento, pelo professor ou pelos próprios participantes, que também decidem sob a liderança do aprendiz responsável o momento oportuno para prosseguir. Esta facilidade de interromper o processo pode ser utilizada pelo docente para não permitir que o número de contribuições dos participantes seja muito grande.

A representação das ações e suas relações com os atores envolvidos nos modelos propostos neste trabalho para a criação das unidades, dos processos de aprendizagem e dos diagramas de atividades UML foi realizada por meio das especificações IMS-LD. Esses diagramas contribuem para a maior compreensão dos modelos do Aprendiz e do Especialista e, junto com a ação protótipo, auxiliam na identificação dos objetos de aprendizagem para as atividades colaborativas baseadas em projetos.

6.2. Objetos de aprendizagem

Segundo o seu uso pedagógico, os objetos de aprendizagem podem ser classificados em quatro tipos, concordando com Alvarez em [3]: objetos de instrução, objetos de prática, objetos de avaliação e objetos de colaboração.

Até o momento, as especificações para a criação e reutilização dos recursos de ensino-aprendizagem eletrônica, principalmente, têm sido orientadas ao modelo de aprendizagem

individual, que envolve os objetos de tipo instrução, avaliação e prática individual. Não foi encontrada divulgação alguma sobre o modelo em grupo e os objetos de tipo colaboração.

A seguir são apresentadas brevemente as características dos tipos de objetos de aprendizagem envolvidos no modelo de EAD para a aprendizagem individual.

6.2.1. Objetos de tipo instrução, avaliação e pratica individual

OBJETOS DE INSTRUÇÃO

Estes objetos estão envolvidos nas atividades instrucionais, compostos por recursos digitais que apóiam a aprendizagem e permitem ao aprendiz um papel essencialmente passivo. Podem ser classificados em vários tipos de objetos segundo a sua função instrucional e baseados na classificação dada por Alvarez [3].

Objetos de conteúdo de um curso: São objetos compostos por texto, imagens, vídeos, animação, perguntas etc.

Objetos de atividades instrucionais: São objetos compostos por outros objetos, envolvidos em diferentes tipos de atividades de aprendizagem, nos quais o professor é o responsável pela execução da atividade e controla a interação dos participantes. Alguns destes objetos são listados a seguir.

- Objetos workshop: eventos de aprendizagem nos quais um especialista interage com os aprendizes, fazendo demonstrações de software, apresentações em slides, utilização da Internet, videoconferência etc.
- Objetos seminários: eventos nos quais um especialista apresenta informação aos aprendizes por meio de uma combinação de recursos multimídia e de comunicação, como e-mail.

- Objetos publicações: correspondem a artigos e documentos, representados em formato texto ou hipermídia em geral.

OBJETOS DE PRÁTICA

Esses objetos estão envolvidos nas atividades instrucionais práticas, compostos por recursos digitais e orientados para a auto-aprendizagem do aprendiz. Permitem alta interação do aluno com as atividades práticas e podem ser classificados em vários tipos, segundo seu objetivo instrucional-prático, a seguir apresentados (adaptado de [3]):

Objetos para Simulação: são objetos orientados à prática por meio da simulação de situações reais, e podem ser de vários tipos. Alguns desses objetos são listados a seguir.

- Objetos para Simulação em jogo de papéis: facilitam ao aprendiz construir e demonstrar seu conhecimento e habilidades pessoais, pela interação com um ambiente virtual de simulação de uma situação real.
- Objetos para Simulação de Softwares: são objetos planejados e desenvolvidos para permitir ao aprendiz praticar tarefas complexas relacionadas com produtos específicos de software. Algumas dessas tarefas, em situações reais, precisariam de muitos e custosos equipamentos; por exemplo, simulação do processo de roteamento numa rede de computadores.
- Objetos para Simulação de Hardware: são objetos planejados e desenvolvidos para permitir ao aprendiz realizar simulações de hardware, com o objetivo de ganhar prática e conhecimento, por exemplo, na construção de computadores ou equipamentos eletrônicos.
- Objetos para Simulação Conceitual: são objetos que permitem a realização de exercícios interativos, permitindo o aprendizado de conceitos.

Objetos para laboratórios: são objetos utilizados para o ensino da ciência e da tecnologia da informática e das comunicações; por exemplo, na aprendizagem da configuração de redes de computadores .

Objetos para pesquisa: são objetos relacionados a atividades de investigação e análise de resultados em áreas específicas. Esses objetos podem estar planejados e organizados num software de modo que orientem a realização de atividades de pesquisa.

OBJETOS DE AVALIAÇÃO

São aqueles recursos envolvidos na avaliação do aprendiz. Esses objetos permitem interação do aluno com o objetivo de avaliar o nível de conhecimento que o aprendiz possui. Os objetos podem ser classificados em vários tipos, segundo Alvarez [3]:

- Objetos para pré-avaliação: são objetos utilizados para medir o nível de conhecimento prévio que o aprendiz possui.
- Objetos para avaliação de proficiência: são objetos utilizados para medir o grau de assimilação de conteúdos específicos e a aquisição de determinadas habilidades.
- Objetos para teste de rendimento: são objetos que se utilizam para medir certas habilidades do aprendiz numa área de conhecimento específica.
- Objetos para pré-teste de certificação: são objetos utilizados no fim de um programa de estudos orientado à obtenção de certificação.

No item 6.2 é apresentada uma proposta da definição dos objetos de tipo colaboração, junto com uma série de especificações propostas para o modelo de EAD orientado à aprendizagem em grupo.

6.2.2. Objetos de colaboração para o Modelo MAC-BP

A criação dos objetos de aprendizagem, segundo o Modelo SCORM (item 4.1), obedece às regras do paradigma de orientação a objetos. O termo orientação a objetos significa organizar o mundo real como um conjunto de objetos compostos de dados e procedimentos. Os dados representam o estado do objeto, e os procedimentos, também conhecidos como métodos, atuam sobre os dados rerepresentando o comportamento do objeto.

Dessa forma um objeto é descrito como a seguir:

$$\text{OBJETO} = \text{DADOS (Estado)} + \text{MÉTODO (Comportamento)} \quad (1)$$

Para as aplicações de aprendizagem colaborativas, os recursos instrucionais não são apenas de conteúdo, ou de informação do estado, eles envolvem também os processos de colaboração, de tal forma que, um objeto compartilhável de aprendizagem colaborativa (OCAC) pode conter procedimentos de processos de grupos, **genéricos e reutilizáveis** por muitas outras aplicações destinadas à aprendizagem colaborativa.

Assim, neste trabalho adotou-se uma definição mais ampla de Objeto de Aprendizagem, válida para o modelo instrucional a distância, orientado à aprendizagem em grupo. De modo que um Objeto Compartilhável de Aprendizagem Colaborativa (OCAC) é definido assim:

$$\text{OCAC} = \text{OBJETO}^{100} + \text{RECURSOS (Comportamento Colaborativo)} \quad (2)$$

Esta definição admite que os objetos de aprendizagem OCAC, tenham um caráter dinâmico ao permitir que eles possam também ter, além de conteúdo e informação estática - OBJETO definido em (1); RECURSOS de software e ferramentas de execução independentes de

¹⁰⁰ Como definido na expressão (1).

qualquer plataformas, que transformam dados nos processos de colaboração e executam mecanismos para resolver situações específicas de grupo etc. Estes recursos podem ser considerados como os serviços descritos na pág. 135 no item 5.2.1.

6.2.2.1. Objetos compartilháveis de aprendizagem colaborativa (OCAC)

Por outro lado, os objetos de colaboração podem ser considerados como recursos digitais envolvidos nas atividades de aprendizagem em grupo. Esses objetos representam um outro tipo de objetos de aprendizagem, que vem a completar a classificação apresentada no item 6.2.1 deste documento, tornando-se uma contribuição deste trabalho.

A seguir é apresentada uma proposta de classificação para os objetos de aprendizagem de tipo colaboração. Esses objetos são categorizados em vários tipos segundo sua função nas atividades de aprendizagem em grupo.

Em princípio, a classificação baseou-se nas características dos objetos envolvidos nas aplicações de aprendizagem colaborativa que utilizam o método de projeto e criadas segundo o Modelo MAC-BP. Porém, esta classificação acredita-se que pode ser estendida para aplicações de aprendizagem baseadas em outros métodos de grupo, incorporando outros tipos de objetos específicos para cada caso.

Para a etapa de planejamento AA1 de uma ação de aprendizagem colaborativa os objetos identificados foram os seguintes:

- **Objetos com informação sobre o domínio da aprendizagem:** são objetos que contêm outros objetos com informações sobre os objetivos, o conteúdo e as estratégias a utilizar na ação de aprendizagem. Os objetos que descrevem as estratégias podem conter mecanismos para a seleção automática de técnicas apropriadas a cada situação específica de aprendizagem.

- **Objetos para a formação do grupo:** são objetos que podem conter informação ou métodos voltados para a formação de grupos, contemplando algumas heurísticas para criar grupos que podem ser reutilizáveis por diferentes ações de aprendizagem colaborativa.
- **Objetos para atividades de reconhecimento:** são objetos que contêm informação descritiva de uma atividade demonstrativa e a implementação da atividade em forma de demo. Esses objetos devem permitir interação entre os membros do grupo, orientada ao reconhecimento entre todos, com o objetivo de que o grupo encontre respostas às perguntas: o quem somos? e o que faremos?. Esses objetos podem apresentar a informação em formato de simulações, isto é, por meio de uma simulação explicar atividades e motivar os alunos a interagir de algum modo.
- **Objetos que caracterizam a ação de aprendizagem:** são objetos que identificam e descrevem o tipo de atividade colaborativa a ser realizada. Neste trabalho, seria o objeto **projeto**, para outros casos seria, por exemplo, o objeto seminário ou o objeto problema. Estes objetos podem conter mecanismos para apresentar sugestões das ações e das atividades elementares de aprendizagem, apropriadas para cada tipo de atividade colaborativa. Por exemplo, no caso do projeto, as ações são as etapas e as AEA são as atividades envolvidas em cada etapa.
- **Objetos mapa de etapas:** são objetos que descrevem a organização da ação de aprendizagem definida como um conjunto ordenado (parcial ou total) de atividades elementares de aprendizagem. Esses objetos podem conter mecanismos para representar as ações e atividades elementares por meio de um mapa conceitual.
- **Objetos das regras de participação:** são objetos que descrevem como e quando os membros do grupo devem intervir segundo a técnica de grupo escolhida para a

atividade colaborativa. Esses objetos devem conter mecanismos de verificação das regras.

Para a etapa de execução da ação de aprendizagem colaborativa – AA2, o conteúdo dos objetos dependerá do método ou técnica de grupo a ser utilizado na realização da atividade. Porém, em geral toda ação colaborativa envolve um conjunto de condições básicas para sua realização, representadas pelos seguintes objetos identificados para esta etapa:

- **Objetos soluções:** podem conter informação de dois tipos a estática e a dinâmica. A informação estática descreve o que se espera em cada uma das etapas em que foi dividida a execução da ação de aprendizagem colaborativa e o que se espera como produto final. A informação dinâmica contem as soluções aprovadas pelo grupo para cada uma das etapas. Esses objetos podem conter mecanismos para adicionar as soluções do grupo, no **objeto mapa de etapas**, alocando um objeto solução para cada atividade elementar de aprendizagem de cada uma das ações de aprendizagem mapeadas.
- **Objetos memória de grupo:** são objetos relacionados ao registro daquilo que é mais relevante e que acontece durante a execução de cada uma das etapas em que foi dividida a ação de aprendizagem. Podem conter outros objetos, como por exemplo, documentos, resultados de discussões ou reuniões, consultas a especialistas etc.
- **Objetos modelos:** são objetos que deverão conter *templates* padrões para formalizar a publicação dos resultados da execução da atividade e logo ser compartilhado com outra comunidade.

- **Objetos publicação:** são objetos que devem conter informação e os resultados da execução da atividade.

Para os processos de colaboração que acontecem nas ações de aprendizagem em grupo, os objetos identificados são os seguintes:

- **Objetos para a comunicação:** são objetos que contem recursos de software (ferramentas) que permitam comunicação de tipo síncrona ou assíncrona. Por exemplo: objetos *chats*, objetos fórum, objetos para reuniões on-line tipo *netmeeting* etc.
- **Objetos para a negociação:** são objetos que deverão conter alguma solução implementada para resolver conflitos entre os participantes, nos casos em que seja necessário ter aprovação do grupo para emitir uma solução ou critério coletivo.
- **Objetos para a coordenação:** são objetos que deverão conter algum mecanismo implementado para o controle da participação dos membros do grupo na execução de cada uma das etapas em que foi dividida a atividade colaborativa.

Para os processos de tipo **controle da atividade**, deveriam ser criados objetos que contenham mecanismos ou ferramentas orientados ao controle de execução de aplicações multiusuários, como, por exemplo, controle de sobrecarga, controle de concorrência, de consistência e detecção de falhas em geral.

Desde o ponto de vista do **controle do desempenho do aprendiz**, deveriam ser criados objetos que contenham mecanismos ou ferramentas para monitorar a participação dos alunos, a avaliação das suas contribuições, número de intervenções, qualidade da sua participação etc.

Esses objetos poderiam ser utilizados na avaliação individual dos participantes e dos resultados do processo de grupo.

Uma vez definidos os objetos de aprendizagem, o modelo SCORM descreve as Componentes do Modelo de Conteúdo, o Empacotamento do Conteúdo, o Ambiente de Execução RTE e a Sequência de Navegação SN.

A seguir são descritas essas partes do modelo como uma proposta de padronização para a criação das aplicações de aprendizagem colaborativa.

6.3. Um modelo de conteúdo para o modelo MAC-BP

Uma vez identificados os objetos de aprendizagem colaborativos, é necessário organizá-los num pacote de objeto com suas respectivas informações e procedimentos inerentes. A proposta a seguir define um Modelo de Conteúdo baseado em padrões SCORM para o modelo MAC-BP, cujos componentes são definidos para cada um dos submodelos que compõem o modelo MAC-BP.

6.3.1. Componentes do Modelo do Especialista

Segundo o Modelo do Especialista proposto neste trabalho (item 5.2), no processo de criação das ações de aprendizagem colaborativa, os objetos elaborados pelo especialista não constituem objetos propriamente de aprendizagem, esses objetos referem-se às definições das atividades e à seleção de mecanismos de controle e coordenação das intervenções dos participantes, ou seja, esses objetos referem-se à estrutura estática da ação de aprendizagem, às diretrizes.

Porém, nada impede que esses objetos possam ser tratados como objetos compartilháveis, futuramente reutilizáveis por outros especialistas na elaboração de outras ações de aprendizagem em grupo.

Os objetos que compõem o modelo de conteúdo para o modelo do especialista aparecem listados na Tabela 6-2. Os objetos OCAC referem-se a objetos compartilháveis de aprendizagem colaborativa definidos especificamente para aplicações Baseadas em Projetos, e que em geral representam atividades que compõem etapas de um projeto. Esses objetos podem conter conteúdo e/ou métodos. O conteúdo de um objeto descreve ou apresenta informação sobre uma atividade elementar de aprendizagem, pelo que pode ser considerado como metadado. Os métodos contidos num objeto são mecanismos para resolver situações relacionadas com uma atividade elementar de aprendizagem colaborativa.

Tabela 6-2: Objetos OCAC envolvidos na criação das ações de aprendizagem. (Modelo do Especialista)

OCAC \ TIPO	Conteúdo (metadado)	Métodos e/ou serviços (ferramentas ou procedimentos)
Domínio da Aprendizagem	Informação sobre os Objetivos e o conteúdo da atividade	Mecanismos para a seleção automática de uma estratégia apropriada para uma ação específica de aprendizagem
Formação do grupo	-	Método para a formação automática de grupo baseado numa heurística selecionada
Atividade de reconhecimento	Demo	-
Especificação do Projeto	Descrição sobre o tipo de atividade colaborativa a ser realizada	Mecanismos para apresentar sugestões das ações e das atividades elementares de aprendizagem, apropriadas para cada tipo de atividade colaborativa. Por exemplo, ativar um <i>template</i> ou ferramenta para criar aqueles elementos de aprendizagem envolvidos no tipo de atividade descrita
Etapas	Definição e descrição sobre cada uma das ações de aprendizagem e as suas atividades elementares.	-

(continuação Tabela 6-2)

OAC \ TIPO	Conteúdo (metadado)	Métodos e/ou serviços (ferramentas ou procedimentos)
Papéis	Definição e descrição dos papéis associados às ações de aprendizagem e as suas atividades elementares	-
Mapa de etapas/ atividades do projeto	Descrição da organização da ação e das suas atividades elementares de aprendizagem	Mecanismos de criação de mapas conceituais, para representar e organizar as ações, as atividades elementares e os papéis dos participantes
Soluções Esperadas	Descrição da solução esperada nas ações e nas atividades elementares de aprendizagem	Mecanismos para adicionar as soluções do grupo, no objeto mapa de etapas , alocando a solução para cada atividade elementar de aprendizagem de cada uma das ações de aprendizagem mapeadas.
Regras de intervenção	Descrição de como e quando os membros do grupo devem intervir segundo a técnica de grupo escolhida	Mecanismos de verificação das regras
Comunicação	-	Recursos de software escolhidos para comunicação síncrona e assíncrona
Negociação	-	Ferramenta ou software escolhidos para resolver conflitos
Coordenação	-	Mecanismos para o controle do processo de colaboração e da participação dos membros do grupo, neste caso o autômato finito I
<i>Templates</i>	Formulários padronizados para o registro dos resultados do processo colaborativo e execução das ações de aprendizagem	-
Monitoração das ações de aprendizagem	-	Mecanismos selecionados para o controle do comportamento do grupo e do histórico individual dos membros
Controle da execução das ações	-	Mecanismos selecionados para o controle da execução das ações de aprendizagem, segundo um cronograma estabelecido e segundo o mapa de navegação das ações e atividades elementares de aprendizagem

(continuação Tabela 6-2)

OCAC \ TIPO	Conteúdo (metadado)	Métodos e/ou serviços (ferramentas ou procedimentos)
Avaliação individual	Descrição do tipo de avaliação definido, segundo critérios selecionados, para medir o desempenho e o comportamento individual dos membros do grupo na execução das ações de aprendizagem	Recursos de software para automatizar avaliações dos alunos
Avaliação do grupo	Descrição do tipo de avaliação definido, segundo critérios selecionados, para medir o desempenho e o comportamento do grupo na execução das ações de aprendizagem	Recursos de software para automatizar avaliações do grupo

6.3.2. Componentes do Modelo do Aprendiz

No contexto deste trabalho, durante a execução das ações de aprendizagem colaborativas baseadas em projetos o conhecimento vai sendo construído pelos membros do grupo. Esse conhecimento deriva da intervenção de cada aprendiz e do processo de aprovação grupal da solução proposta associada a cada etapa do projeto.

Assim, de forma dinâmica são construídos alguns Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa para aplicações Baseadas em Projetos OCAC, apresentados na Tabela 6-3. O conteúdo destes objetos contém a informação sobre uma atividade elementar de aprendizagem. O registro é realizado pelos participantes durante a execução das ações de aprendizagem; por exemplo, para colaborar o aprendiz deve classificar sua intervenção segundo um dos tipos de contribuições permitidas, então a classificação é registrada no objeto que se constrói para as intervenções dos participantes. O conteúdo dos objetos pode ser considerado como metadado. Esses objetos também podem conter ponteiros para os métodos

que devem ser ativados durante a execução das atividades elementares de aprendizagem. Esses métodos foram criados nos objetos que compõem o modelo do especialista, e eles são mecanismos para resolver situações relacionadas com a execução de uma atividade elementar de aprendizagem colaborativa.

Tabela 6-3: Objetos OCAC que se constroem dinamicamente ou participam na execução das ações de aprendizagem (Modelo do Aprendiz).

OCAC \ TIPO	Conteúdo (metadado)	Métodos e/ou serviços que devem ser ativados
Soluções do grupo	Registro das soluções aprovadas pelo grupo para cada uma das ações e nas atividades elementares de aprendizagem	Ativam-se mecanismos para o controle do processo de colaboração e da participação dos membros do grupo na busca de soluções, contidos no OCAC- Coordenação do modelo do especialista
Intervenção	Registro do tipo de contribuição oferecida pelo aprendiz	- Mecanismos para o controle das possíveis contribuições (segundo Figura 5-5) - Ativam-se mecanismos de verificação das regras, contidos no OCAC - Regras de intervenção do modelo do especialista
Conflitos	-	Ativam-se mecanismos para resolver conflitos, contidos no OCAC - Negociação e Coordenação, do modelo do especialista
Memória do grupo	Registro das contribuições aprovadas, os conhecimentos criados pelo grupo, os resultados de discussões e das consultas a especialistas etc	-
Publicação	Distribuição via Web, do conteúdo da memória do grupo	-

6.3.3. Componentes do Modelo do Ambiente

Ambientes de suporte à execução de ações de aprendizagem colaborativa, criados segundo o Modelo do Ambiente apresentado no item 5.4, utilizam para suportar os processos

de grupo, um conjunto de objetos com características e funcionalidades bem definidos, úteis e necessários para qualquer processo de colaboração a distância. Na Tabela 6-4 são apresentados os objetos OCAC propostos para compor o modelo de conteúdo para o modelo do ambiente das ações de aprendizagem baseadas em projetos.

Tabela 6-4: Objetos OCAC utilizados pelo ambiente para suportar os processos de grupo (Modelo do Ambiente)

OCAC	Métodos/Recursos/Procedimentos/Ferramentas/Serviços
Comunicação	Videoconferências em tempo real
	Espaços compartilhados
	<i>Chat</i>
	Telefone
	Videoconferências armazenadas
	E-mail, fórum de discussão
Controle da atividade	Controlar sobrecarga
	Detectar falhas
	Controlar concorrência, consistência
Interface	Usabilidade/ Ajustável ao perfil do aluno
Percepção	Mecanismos de percepção de usuários (que respondam às questões da Tabela 2-5)
	Mecanismos de percepção de dados

6.4. Empacotamento do conteúdo para o Modelo MAC-BP

A proposta das especificações do empacotamento dos objetos OCAC formaliza e organiza os objetos utilizados na criação e execução das ações de aprendizagem em grupo, e ela torna intercambiável esses objetos entre os diferentes sistemas de gerenciamento de aprendizagem e as diferentes ferramentas de autoria.

Os componentes principais do empacotamento dos OCAC são: o pacote e o arquivo de intercâmbio de pacotes, descritos a seguir.

6.4.1. O pacote

O pacote representa uma unidade de objetos necessários em cada uma das etapas envolvidas na criação e execução de aplicações de aprendizagem colaborativa. Cada pacote pode ser distribuído como uma parte independente de uma atividade de aprendizagem em grupo, reutilizável por outras ações que utilizem o método de projeto. Os componentes do pacote: o **manifesto** e o **conteúdo** são especificados a seguir.

O manifesto

Este documento eletrônico descreve, em formato XML, o nome dos objetos OCAC encapsulados no pacote, suas propriedades e os procedimentos ou métodos que lhes foram associados. No manifesto, também devem ser descritas a organização e a seqüência de apresentação desses objetos. O arquivo se associa a cada um dos processos que acontecem na execução do projeto (ver itens 5.3.3 e 5.3.4).

O arquivo manifesto principal (“imsmanifest.xml”) descreve o pacote como um todo. Os submanifestos, então, descrevem outros objetos OCAC incluídos no pacote. O manifesto é composto pelas seguintes seções:

- **Seção de Metadados:** Contém elementos XMLs que fazem uma descrição do manifesto. No caso dos objetos OCAC, os metadados são etiquetas identificadoras dos conteúdos desses objetos. Os metadados descrevem como, onde e por quem foram desenvolvidos os objetos e também para quem é destinado, além do seu tamanho, aplicações e outras informações que sejam consideradas relevantes. Por exemplo, para os objetos da Tabela 6-2, os metadados devem conter a seguinte informação:

Metadados Informação sobre os objetos	Como foram desenvolvidos:	Utilizando Linguagem Java
	Onde:	Universidade de São Paulo
	Por quem:	L. González pesquisadora do LARC-EPSUP
	Para quem:	Grupos de alunos de graduação do Curso de Engenharia Elétrica
	Tamanho:	10 Mb
	Aplicações:	Ensino prático de Roteadores

- **Seção de subManifestos:** Contém informação dos diferentes níveis de manifestos aninhados.
- **Seção de Recursos:** Contém referências a todos os procedimentos e ferramentas de suporte às atividades de grupo, declarados no manifesto e utilizados nos métodos ou procedimentos associados a cada um dos objetos OCAC. Nesta seção indicam-se quais são os arquivos físicos que correspondem a cada parte destes recursos e as referências aos arquivos externos e aos submanifestos que possam conter ou não outros manifestos aninhados.
- **Seção de Organização:** Contém elementos que descrevem as formas de utilizar os OCAC. Por exemplo, as indicações de quando ativar os procedimentos de: emissão da proposta individual, coordenação das intervenções, colaboração, discussão, negociação e aprovação da solução proposta, registro da proposta aprovada etc. Para os objetos OCAC-Intervenção, OCAC-Conflitos e OCAC-Memória de grupo da Tabela 6-3 é a seguir apresentado um exemplo de como pode ser feita a descrição dos objetos OCAC, suas propriedades e os procedimentos ou métodos que lhes foram associados.

Objeto: Intervenção	<p>Propriedades: <i>ar</i>: AlunoResponsavel <i>ne</i>: nome da etapa de execução do projeto</p> <p>Procedimentos: <i>PropostaIndividual (ar, ne)</i> Este procedimento apresenta, no espaço compartilhado, a proposta do aluno responsável pela etapa do projeto que se está executando (resolvendo)</p>
Objeto: Conflitos	<p>Propriedades: <i>ar</i>: AlunoResponsavel <i>ne</i>: nome ou número da etapa de execução do projeto <i>nep</i>: número de contrapropostas <i>ea</i>: estado do ambiente <i>tac</i>: tipo de aprovação da contribuição: sem contraproposta nem conflitos, com conflitos aprovadas pelo grupo</p> <p>Procedimentos: <i>CoordenacaoDasIntervencoes(ar,ne, ea)</i> Controla a seqüência permitida para os tipos de contribuição (intervenção dos participantes) <i>ProcesoDeColaboracao (ar,ne,ea,nep)</i> Implementa a interação colaborativa como um autômato <i>AprovacaoDaSolucaoProposta(ar,ne,tca)</i> <i>SelecaoResponsavelProximaEtapa(ar,ne)</i></p>
Objeto: Memória do grupo	<p>Propriedades: <i>ar</i>: AlunoResponsavel <i>ne</i>: nome ou número da etapa de execução do projeto <i>ea</i>: estado do ambiente <i>tac</i>: tipo de aprovação da contribuição: sem contraproposta nem conflitos, com conflitos aprovadas pelo grupo</p> <p>Procedimentos: <i>RegistroPropostaAprovada(ar,ne,tca)</i> <i>RegistroConhecimentosCriadosPeloGrupo(ne,ea)</i></p>

Nas Figura 6-8 é ilustrada a organização dos pacotes envolvidos nas atividades de aprendizagem colaborativas baseadas em projeto, aqui o pacote principal é organizado em pacotes etapas (ações de aprendizagem AA_i, $i=1...8$). Esses pacotes estão compostos por sua vez, por pacotes atividades AEA.

Figura 6-8: Organização dos pacotes envolvidos nas atividades de aprendizagem colaborativas baseadas em projeto.

Cada pacote atividade pode conter outros pacotes de objetos OCAC, que descrevem objetos através das suas propriedades e dos métodos ou procedimentos que lhes foram associados (Tabela 6-2, Tabela 6-3 e Tabela 6-4). Esses métodos constituem ferramentas ou **recursos** para resolver situações que acontecem durante a execução de tarefas em forma colaborativa. Os recursos podem envolver outras técnicas de trabalho em grupo, passíveis de serem utilizadas em parte de alguma etapa da técnica do pacote principal (neste caso, o método de projeto).

Nas Figura 6-9 e Figura 6-10 é representada a organização dos elementos de aprendizagem que compõem o pacote AA1 da Figura 6-8.

Figura 6-9: Organização dos elementos de aprendizagem envolvidos na ação de aprendizagem AA1. Os Pacotes AEA_i (i=1...8) contêm objetos OCAC que podem conter objetos conteúdos e/ou objetos métodos.

(continuação)

Figura 6-10: Continuação da figura anterior. Organização dos elementos de aprendizagem.

6.5. Ambiente de Execução – RTE – para o Modelo MAC-BP

O RTE (*Run-Time Environment*) especifica o modelo de dados que descreve como os OCAC são enviados para o *browser* de cada um dos participantes do grupo e define o protocolo utilizado pelos OCAC e o LMS para se comunicarem entre si.

O modelo de dados permite armazenar e manipular informação sobre o estado do ambiente de execução e de seus objetos ou ferramentas e permite a utilização desses dados

pelos métodos ativados na execução das ações de aprendizagem. O modelo do RTE tem como objetivo padronizar as informações, que são rastreadas por diferentes sistemas na execução de ações de aprendizagem colaborativa baseadas em projeto. Para isso, é necessário considerar um conjunto de dados que podem ser utilizados na comunicação entre os OCAC e o LMS, que viabilizam um gerenciamento das ações em execução:

- Etapa do projeto que está em execução.
- Último aluno que participou com uma proposta de solução proposta para a etapa em execução.
- Número de contribuições de tipo contrapropostas para uma etapa do projeto.
- Estado do ambiente dentre aqueles definidos na Tabela 5-3.
- Tipo de aprovação da contribuição: proposta, contraproposta sem conflitos ou contraproposta com conflitos.
- Tempo destinado para a execução da etapa em andamento do projeto. No caso de se ter predefinido o limite de tempo para cada etapa.
- Avaliação da performance dos alunos na etapa que se executa. Pode ser controlada a partir da análise dos resultados da participação de cada membro do grupo no processo de aprovação da solução proposta (tratar esta informação não forma parte do escopo deste trabalho).
- Variáveis de propósito geral, definidas pelo criador da ação de aprendizagem que, podem ser modificadas ou testadas em momentos específicos da execução da ação permitindo uma navegação dinâmica.

6.6. Seqüência de Navegação – SN – para o Modelo MAC-BP

É necessário definir a SN (*Sequencing and Navigation*) através dos OCAC e indicar as relações entre esses objetos no processo de colaboração do grupo. Para tanto, pode ser elaborado um mapa de navegação que defina graficamente a estrutura e a organização das atividades de uma ação de aprendizagem colaborativa.

Podem ser caracterizados dois tipos de seqüência: um que determina a ordenação entre as atividades elementares de aprendizagem dentro de uma ação (fluxo de aprendizagem) e outro que organiza a seqüência dos objetos OCAC.

O mapa da Figura 6-11 representa cada uma das atividades **AEA_i** ($0 \leq i \leq n$; $n, i \in \mathbf{N}$) em que foi dividida a etapa do projeto **AA_j**, ($0 \leq j \leq 5$). Para cada atividade **AEA_i** é alocado um participante para exercer o papel de aluno responsável (**Ar_{ji}**) pela atividade. É ele quem propõe uma solução inicial (**S_{ji}**) para a execução dessa atividade. Logo a seguir é ativado o autômato **I**, que reconhece a solução proposta aprovada pelo grupo. A seqüência de ativações dos OCAC não está detalhada no mapa de navegação porque ela é consequência do fluxo de trabalho representado pelo autômato. (Figura 5-7).

No mapa de navegação está explicitada a existência de uma opção que permite interromper o processo de busca da solução proposta para qualquer atividade do projeto. Assim, os membros do grupo podem, individualmente e de forma assíncrona, refletir sobre a proposta, estudar melhores soluções, visitar apontadores disponíveis sobre o assunto envolvido no projeto, e combinar um próximo encontro síncrono para realizar um debate e o processo de aprovação dessa solução proposta.

Figura 6-11: Mapa de navegação que define as ações de aprendizagem do projeto e suas atividades elementares, identificando os responsáveis pela execução de cada atividade e a ativação do processo de colaboração na busca e aprovação de uma solução.

6.7. Passos para a criação de uma ação de aprendizagem colaborativa: A visão do autor

Criar ações de aprendizagem colaborativa seguindo o modelo MAC-BP e satisfazendo as especificações SCORM apresentadas envolve um conjunto de passos resumidos a seguir:

- O especialista no conteúdo cria Objetos OCAC que envolvem atividades elementares de aprendizagem, individuais e em grupo.
 - O conteúdo das atividades de aprendizagem colaborativas deve ser disponibilizado ao servidor de suporte à colaboração (item 5.4.3).
 - Deve existir um software de suporte à Interação (autômato I), e este deve estar disponível no servidor de colaboração.
 - O conteúdo das atividades colaborativas não precisa estar unicamente dentro dos Objetos OCAC uma parte desse conteúdo pode residir dentro do servidor de colaboração, ou até pode ser gerado pelos alunos e professores durante a execução da atividade colaborativa.
- O *designer* instrucional cria a atividade colaborativa a partir dos Objetos OCAC. Ele deve realizar a seguinte sequência de tarefas:
 - Selecionar os OCAC adequados.
 - Identificar as atividades elementares de aprendizagem colaborativas e enviá-las para o servidor de colaboração.
 - Definir a sequência dos OCAC e das atividades elementares (fluxo de trabalho) caracterizando a ação de aprendizagem.
 - Produzir um pacote contendo essas informações e incluir no arquivo `imsmanifest.xml`, a descrição da estrutura e organização dos processos envolvidos na ação de aprendizagem colaborativa.

- O autor ou responsável pela mediação, instala a ação de aprendizagem colaborativa, num ambiente LMS que suporte atividades em grupo e as especificações MAC-BP. A instalação deve seguir esta sequência:
 - Importar a ação de aprendizagem colaborativa (conteúdo/métodos) para o LMS escolhido.
 - O LMS identifica a estrutura da ação de aprendizagem colaborativa, descrita no arquivo `imsmanifest.xml`.
 - Ativar e alocar participantes (membros do grupo) para cada um dos papéis exigidos pela ação.
 - Registrar todos os participantes no servidor de colaboração.
- Os participantes podem interagir com o conteúdo da ação de aprendizagem em grupo de forma assíncrona ou síncrona, e os participantes instrutores podem monitorar os alunos nas suas atividades em grupo.

6.8. Considerações gerais

Neste capítulo foi criada uma ação protótipo para a aprendizagem colaborativa da metodologia de execução de projetos muito utilizada no ensino da Engenharia e que foi genericamente chamada de **Projeto genérico**.

A elaboração da ação protótipo auxiliou na construção de diagramas de atividades que representam as ações e suas relações com os atores envolvidos nos modelos propostos neste trabalho. Esta representação facilita a compreensão dos modelos do Aprendiz e do Especialista.

O protótipo contribuiu para a definição dos objetos compartilháveis de aprendizagem colaborativa OCAC e do fluxo de trabalho a ser executado, além de demonstrar a viabilidade na elaboração de ações de aprendizagem colaborativa segundo o modelo proposto.

A classificação dos objetos baseou-se nas características dos objetos envolvidos nas ações de aprendizagem em grupo baseadas no método de projeto e criadas segundo o modelo MAC-BP. Embora esta classificação surja a partir de uma ação específica, acredita-se que seja possível utilizá-la para definição de ações genéricas de aprendizagem em colaboração.

Aqui também foram sugeridas especificações para a criação e utilização dos objetos OCAC para o modelo MAC-BP, que seguem a formalização estabelecida pelo modelo SCORM estudado no capítulo 4, pelo que se consideram uma extensão deste modelo para as atividades instrucionais baseadas no estilo de aprendizagem em grupo.

A generalização destas especificações se constituem num importante substituto para ampliar os padrões SCORM e IMS-Learning Design, com o intuito de incluir elementos necessários às ações de aprendizagem colaborativas.

Essas propostas, sem dúvida alguma, podem ser melhoradas e modificadas. Contudo, elas constituem uma contribuição para os trabalhos atuais sobre padronização de objetos e ações de aprendizagem e para recursos instrucionais envolvidos no modelo de EAD orientado à aprendizagem em grupo.

7. Considerações finais

Este trabalho foi orientado ao desenvolvimento de um modelo que aproxima os conceitos e a prática da aprendizagem colaborativa, utilizando a Web como meio instrucional.

O trabalho resultou na concepção de um modelo formal conceitual MAC-BP, que concentra as ações envolvidas nos processos de preparação e execução de ações de aprendizagem em grupo baseadas no método de desenvolvimento de projeto. Este modelo foi descrito a partir de três submodelos relacionados entre si e associados ao especialista, ao aprendiz e ao ambiente colaborativo. O procedimento operacional do modelo proposto foi ilustrado segundo o formalismo UML – descrição de interação.

Para o modelo conceitual proposto também foi definido um conjunto de Objetos Compartilháveis de Aprendizagem Colaborativa e o fluxo do trabalho, juntamente com as necessárias especificações para sua criação e utilização.

7.1. Conclusões

A concepção das propostas apresentadas neste trabalho foi precedida de um extenso levantamento bibliográfico, que abrangeu desde trabalhos da teoria da aprendizagem em grupo do ensino tradicional presencial, até pesquisas e análise comparativa dos projetos, ambientes, sistemas e *framework* (PASF) encontrados com maior frequência na literatura especializada.

O estudo da bibliografia consultada permitiu concluir que os ambientes de aprendizagem para adultos são mais apropriados para aceitar uma estrutura de aprendizagem colaborativa, por ser esta mais flexível e requerer menos planejamento e coordenação que a

estrutura de aprendizagem para outras idades. Porém, a atuação do professor é de muita importância, assim como também as interações entre os alunos, que devem ocorrer da melhor maneira possível para auxiliar sua estruturação cognitiva. Observou-se também que o estilo de aprendizagem em grupo tem muitas formas de ser utilizado através dos meios de computação, e que resulta muito necessário garantir alta motivação aos estudantes e uma adequada coordenação das suas intervenções. Porém, para atingir com sucesso uma aprendizagem verdadeiramente efetiva pela *Web* é necessário garantir uma adequada harmonia entre os aspectos tecnológicos e instrucionais envolvidos na implementação de aplicações colaborativas, por meio de uma série de requisitos e propriedades que os ambientes de suporte à aprendizagem em grupo devem satisfazer. Esses requisitos e propriedades foram resumidos no item 3.4 deste documento.

Por outro lado, os PASF consultados mostraram que existe um grande interesse pela utilização da Tecnologia da Informação e das Comunicações no processo de ensino-aprendizagem de alta demanda de interatividade. Contudo, algumas propriedades e requisitos da aprendizagem em grupo ainda não foram visivelmente alcançadas pelos ambientes de EAD baseados na *Web*.

Em geral, observou-se que a maioria dos PASF estudados carece de um modelo conceitual capaz de formalizar a colaboração e de facilitar a preparação de aplicações colaborativas. Cada PASF define a estrutura, o conteúdo e a organização da aplicação em grupo segundo seu próprio formato, não permitindo assim a reutilização das aplicações por outros sistemas.

Especificamente para a aprendizagem da metodologia de execução de projetos pelo método de projetos, não foi encontrada aplicação nenhuma nem ambiente que reúna os principais aspectos que garantem sucesso e suporte para a execução de atividades em grupo.

Contudo, encontraram-se duas propostas, atualmente em fase de avaliação e aperfeiçoamento, que oferecem soluções para o ensino-aprendizagem em colaboração na área de Engenharia: o NetPro e o DEGREE (apresentados nos itens 3.3.1 e 3.3.3 respectivamente). Cada uma destas propostas aborda a solução de um ponto de vista particular. O NetPro busca soluções para facilitar a organização e distribuição de projetos para grupos, além de oferecer soluções para organizar os grupos de alunos. O DEGREE oferece soluções para a coordenação das intervenções dos participantes, e foi concebido para dar suporte a várias técnicas de grupo sem especificar particularidades.

Neste sentido, esta tese propôs um modelo conceitual geral que, de certa forma, combina as duas propostas oferecidas pelo NetPro e pelo DEGREE. O novo modelo conceitual é orientado à criação e execução de qualquer ação de aprendizagem colaborativa na área de Engenharia baseada no método de desenvolvimento de projetos. Este modelo organiza as etapas de planejamento de um projeto qualquer (metodologia) e coordena o processo de colaboração que acontece durante a execução do projeto. Estas funções foram distribuídas e descritas em três modelos: do especialista, do aprendiz e do ambiente de suporte.

O modelo MAC-BP-especialista foi concebido de modo a satisfazer a necessidade de fazer um planejamento correto das atividades, levando em conta os elementos significativos e altamente influentes no sucesso da aprendizagem em grupo, apresentados resumidamente no capítulo 2 deste trabalho.

O modelo MAC-BP-aprendiz segue a linha construtivista e construcionista de aprendizagem, e especifica o processo de colaboração que se estabelece na execução de projetos em grupos por participantes distantes geograficamente, procurando alcançar tanta eficácia quanto no modo presencial. Isto se explica a partir do mecanismo de coordenação formalizado através de um autômato finito, concebido de tal forma que ele pode ser utilizado

em todas as intervenções do grupo que gere conflitos e demandem aprovação grupal. A sua correta utilização pode contribuir para amenizar as barreiras que freiam qualquer processo de grupo, ao garantir que:

- discussões iniciadas não sejam interrompidas sem controle;
- discussões colaterais não sejam iniciadas, evitando-se que o grupo seja desviado do objetivo principal da atividade;
- discussões iniciadas não deixem de fora qualquer participante;
- discussões iniciadas sobre o mesmo assunto não durem um tempo excessivo;
- o grupo não subestime a contribuição de qualquer membro;
- não aconteça isolamento e passividade de membros do grupo;
- não ocorram atitudes negativas de membros do grupo;
- não aconteça consenso automático das contribuições dos membros do grupo.

Em relação ao modelo MAC-BP-ambiente, este oferece soluções para dar suporte ao registro das informações que o especialista gera na etapa de análise e concepção da ação colaborativa, além de oferecer soluções para dar suporte aos processos de grupo e à interação com o ambiente durante a execução das atividades de grupo. Este modelo especifica como apresentar os cenários e conteúdos para o aprendiz, e destaca a importância de proporcionar durante todo o processo de colaboração os recursos de percepção de usuários e dados.

Por último, a revisão bibliográfica mostrou que o modelo SCORM definido pelo ADL e o IMS-Learnign Design são significativos na padronização da criação dos objetos, ações e recursos instrucionais e conseqüentemente no desenvolvimento dos sistemas de aprendizagem baseados na Web. Eles permitirão conferir que, mesmo que a reutilização dos objetos e ações

de aprendizagem envolvem conceitos relacionados ao formato, à interpretação e aos aspectos pedagógicos associados, na atualidade as padronizações focalizam suas descrições só no formato desses elementos, sentindo-se, assim, a falta de especificações para a reutilização das estratégias pedagógicas, dos objetos compartilháveis e do fluxo de trabalho, requeridos pelos diferentes estilos de aprendizagem.

Neste sentido, o presente trabalho propôs soluções para o estilo de aprendizagem em grupo. Foram definidos os objetos compartilháveis e o fluxo de trabalho elaborando-se especificações para sua criação e utilização. Estas propostas foram concebidas a partir da identificação dos objetos e atividades elementares de aprendizagem numa ação protótipo criada segundo o modelo conceitual MAC-BP. Assim, as atividades envolvidas na ação de uma etapa do projeto foram encapsuladas em elementos (objetos e ações) compartilháveis. Estas propostas favorecem a reutilização desses elementos em diferentes ações de aprendizagem em grupo.

Finalmente, pode-se dizer que, pela própria concepção do modelo conceitual MAC-BP, este pode ser adequadamente utilizado em ações de aprendizagem baseadas em outras técnicas de grupo e que, segundo a filosofia empregada para definir os elementos compartilháveis de aprendizagem, é possível a incorporação de novos tipos de elementos.

A elaboração da ação protótipo cumpriu duas importantes funções. Por um lado, demonstrou que é viável a elaboração de uma ação seguindo o modelo conceitual proposto. Por outro, permitiu a identificação dos elementos (objetos e ação) compartilháveis de aprendizagem, identificando algumas propostas concretas para a extensão dos padrões existentes com o intuito de incorporar ação colaborativa de aprendizagem.

Pela natureza da ação protótipo, foi possível constatar que o modelo é flexível no sentido de admitir qualquer tipo de projeto identificado pelo grupo, além de admitir tanto a formação do grupo, quanto a execução de todas atividades, segundo os critérios escolhidos pelos participantes e as ferramentas disponíveis.

Também foi possível notar que a solução oferecida através de um autômato para o processo de colaboração é muito útil e muito demandada durante a execução do projeto em todas as situações em que o grupo necessita compartilhar idéias e encontrar uma solução aprovada pela maioria.

7.2. Contribuições

A utilização do método de projeto na aprendizagem da Engenharia constitui uma forma efetiva de estimular a aprendizagem de conteúdos do tipo procedimentos e atitudes, que só são viáveis em contextos significativos, e a partir de situações específicas. A eficácia deste método é ainda maior quando utilizado em grupos, onde cada membro aprende com o outro, compartilhando recursos e conhecimentos e desenvolvendo habilidades.

Embora conhecida a importância da utilização do método de projeto no estilo de aprendizagem colaborativa, não existem receitas a ser seguidas. O modelo proposto neste trabalho pretende contribuir com as novas formas de docência adotadas nas escolas de Engenharia que incorporam o uso da Tecnologia da informação e das comunicações na formação dos novos perfis dos futuros engenheiros. O trabalho oferece um referencial teórico ordenado e conciso, que serve para adentrar no imenso caminho do aperfeiçoamento e utilização das novas formas de ensinar e aprender na Web. Porém, sua principal contribuição está no esforço em superar as três barreiras atualmente identificadas para a aprendizagem pela Web: a pouca utilização de atividades colaborativas a distância, a carência de modelos que

auxiliem os professores na preparação de ações para a aprendizagem colaborativa, e a inexistência de especificações voltadas para a padronização para os modelos de aprendizagem colaborativa (ADL-SCORM, IMS-LD).

É importante destacar também, que as contribuições do trabalho se estendem à área de CSCL em razão das propostas de caráter teórico aqui apresentadas:

- Proposta de um modelo conceitual de ensino por projetos para sistemas eletrônicos de aprendizagem colaborativa MAC-BP.
- Proposta da definição de elementos (objetos e ações) compartilháveis de aprendizagem colaborativa, identificados para o modelo MAC-BP.
- Proposta de especificações baseada no modelo SCORM para a criação e a utilização dos OCAC do modelo MAC-BP.

Do ponto de vista metodológico, o modelo serve como uma especificação que tenta expandir a padronização SCORM para o modelo orientado a grupo, integrando-o com o modelo IMS-LD.

Do ponto de vista prático, a utilização dos resultados deste trabalho representa um desafio. Ele somente poderá ser levado adiante com o apoio de docentes e de instituições, identificados com a necessidade atual de formar profissionais (entre eles engenheiros) com habilidades para trabalhar em grupo, para o compartilhamento de conhecimentos e de recursos, para resolver problemas em grupo e habilidades para lidar com conflitos, entre outras.

Do ponto de vista conceitual o modelo MAC-BP aponta caminhos para inovar no processo pedagógico e especificações que garantem reusabilidade das partes das ações

colaborativas. Constitui uma formulação flexível e abrangente, que pode ser utilizada para outros métodos de aprendizagem em grupo, e admitir novos tipos de elementos de colaboração.

A divulgação destas propostas foi realizada pelas publicações dos artigos [39] e [40].

7.3. Continuidade da pesquisa

No contexto das propostas aqui descritas, considera-se interessante a realização de trabalhos que dêem continuidade a esta pesquisa. A seguir são apresentadas algumas recomendações.

INTEGRAÇÃO E FORMALIZAÇÃO DO MODELO MAC-BP AO MODELO CONCEITUAL DO TIDIA-Ae¹⁰¹.

Uma continuação importante seria a própria revisão da formalização do modelo MAC-BP, utilizando os diagramas conceituais da UML e a sua integração ao modelo conceitual do LMS TIDIA Ae.

Esta integração garantirá uma plataforma prática para o desenvolvimento dos elementos (objetos e ação) compartilháveis do MAC-BP dentro do ambiente de aprendizagem gerenciado pelo TIDIA Ae.

Esta implementação poderá se constituir numa importante plataforma para a realização de experimentos com ação colaborativa em grupo nas mais diversas áreas da Engenharia.

¹⁰¹ TIDIA-Ae: Tecnologia da informação no desenvolvimento da InterNet Avançada. Subdivisão de aprendizagem eletrônica.

IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA DAS PROPOSTAS

Considera-se conveniente avaliar as propostas em relação a sua utilização prática na execução de projetos específicos. Neste sentido, sugere-se aplicar o modelo MAC-BP teoricamente fundamentado na criação e execução de aplicações da área de computação.

Recomenda-se integrar as propostas numa aplicação específica, cuja implementação envolva módulos individuais que representem cada um dos níveis dos modelos do especialista e do aprendiz, assim como, também, módulos para representar os diferentes mecanismos de comunicação, de colaboração, de coordenação, e de tratamento e representação dos dados compartilhados.

O ambiente de suporte ao MAC-BP deve garantir que os alunos trabalhem em instâncias diferentes de uma mesma ação colaborativa, de forma tal que cada um possa visualizar a sua instância de maneira diferente, de modo que um aprendiz possa visualizar a sua instância como um gráfico, enquanto outro membro do grupo possa visualizá-la como um texto. Para isto, deve existir um servidor de ações colaborativas que seja responsável pela sincronização das instâncias da ação e, em decorrência, pela sincronização das telas (interfaces) de todos os membros do grupo.

Recomenda-se também implementar o autômato de forma que este possa ser utilizado como um **serviço**, sempre que seja necessário aprovar uma solução proposta durante a execução de qualquer etapa do projeto.

IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS UTILIZANDO NOVAS TECNOLOGIAS

Para a criação e execução de ações de aprendizagem colaborativas, sugere-se utilizar sistemas eletrônicos desenvolvidos sobre uma arquitetura aberta, de modo que estes sistemas aceitem a inserção de modelos, tais como o proposto neste trabalho.

Nas condições atuais do desenvolvimento da Tecnologia sem Fio utilizada nos computadores em redes, resulta interessante implementar as propostas aqui fundamentadas sobre arquiteturas que suportem esta tecnologia. Esta implementação atingirá um conjunto de características que permitem aos aprendizes a possibilidade de aprender na prática e em colaboração, em contextos próximos da realidade, ganhando responsabilidade e autonomia no processo de aprendizagem. Estas características são: portabilidade, mobilidade, acessibilidade e adaptabilidade. Assim como também se sugere integrar a proposta, com mídias mais modernas tais como: celular, vídeo digital e MP3.

RESOLUÇÃO DE DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DAS APLICAÇÕES

A implementação do modelo proposto, sem dúvidas, irá enfrentar as dificuldades da implementação de aplicações distribuídas e multiusuário, nos aspectos relacionados à concorrência e manutenção da consistência, à transmissão de informação, ao armazenamento dos dados, à sincronização e réplica das informações.

Em relação à interface e aos aspectos de usabilidade, aconselha-se estudar a melhor forma de estruturar a interface de comunicação que facilite as interações e o processo de colaboração com alta motivação.

Recomenda-se trabalhar em função de encontrar soluções adequadas e factíveis de serem implementadas para estes tipos de problemas.

FORMALIZAR MECANISMOS DE AVALIAÇÃO

Recomenda-se trabalhar em função da incorporação de mecanismos para a avaliação formativa do desempenho do grupo como um todo e da avaliação de cada um dos seus integrantes.

EXPANDIR A UTILIZAÇÃO DAS PROPOSTAS PARA OUTROS MÉTODOS DE GRUPO

Outro aspecto a ser investigado está relacionado à utilização do modelo para a criação e execução de ações baseadas em outros métodos de aprendizagem em grupo, tais como os apresentados na Tabela 2-4.

OUTRAS SOLUÇÕES PARA O PROCESSO DE COLABORAÇÃO

Outro ponto importante que merece ser pesquisado diz respeito à possibilidade de formalizar o processo de colaboração por meio de outros mecanismos de coordenação que envolvam, por exemplo, teoria de agentes.

CRIAR REPOSITÓRIO DE ELEMENTOS COMPARTILHÁVEIS

Desenhar e construir um protótipo de repositório de elementos (objetos e ações) compartilháveis de aprendizagem colaborativa que permita aos especialistas encontrar os recursos instrucionais para o estilo de aprendizagem em grupo, classificados por categorias.

Por último, sugere-se que a realização das atividades recomendadas para continuar esta pesquisa deveria utilizar alunos de um curso de Engenharia Elétrica da Universidade de São Paulo, e alunos de outras Universidades, de modo a representar o verdadeiro público-alvo das atividades de aprendizagem colaborativa consideradas neste trabalho.

Referências bibliográficas

- [1]. Abdullah, Mardziah Hayati. Problem-Based Learning in Language Instruction: A Constructivist Model. Eric Digest. 1998. ERIC Clearinghouse on Reading English and Communication Bloomington IN. [consultado Jan 2001]. Disponível em: <http://www.ericdigests.org/1999-2/problem.htm>.
- [2]. ADL - Advanced Distributed Learning Overview. SCORM 2004. Sharable Content Object Reference Model 2004. [consultado Ago 2004]. Disponível em: <http://www.adlnet.org/>.
- [3]. Alvarez, G. L. A. Conjuntos Difusos de Objetos de Aprendizaje. In Publicaciones. Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile - Campus Miraflores – Valdivia. [consultado Ago 04 2005]. Disponível em: <http://www.inf.uach.cl/lalvarez/documentos.htm>.
- [4]. Angkasaputra N, Pfahl D, Ras E, Trapp S. The Collaborative Learning Methodology CORONET-Train: Implementation and Guidance. Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE). [consultado Mar 05 2003]. Disponível em: http://www.iese.fhg.de/coronet/documents/publications/pub_coronet_lso2002.pdf
- [5]. Aranha, Elzo Alves. Critérios Ergonômicos e a Concepção de sistemas de gerenciamento de aprendizagem virtual. Centro Universitário nove de julho-UNINOVE
- [6]. Ausubel, David P. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. FE /37.046^A938p^2.ed^e.4. USP.
- [7]. Barros B, Verdejo MF. DEGREE: un sistema para la realización y evaluación de experiencias de aprendizaje colaborativo en enseñanza a distancia. (2000). Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial Vol 9 ISSN 1137-3601. Pages 27-37.(Spanish). [consultado May 12 2005]. Disponível em: U.N.E.D. (Madrid), <http://sensei.lsi.uned.es/~bbarros/papers/raepia2000.pdf>
- [8]. Barros B. Aprendizaje Colaborativo en enseñanza a distancia: Entorno genérico para configurar, realizar y analizar actividades en grupo [Tesis Doctoral]. Madrid: Departamento de Inteligencia Artificial de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid; 1999. [consultado 2003]. Disponível em : <http://sensei.lsi.uned.es/~bbarros/papers/bbarrosPhD.pdf>
- [9]. Barros, L.A. Suporte a ambientes distribuídos para aprendizagem cooperativa. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, 1994.
- [10]. Barua A, Chellapa R, Whiston A B. Creating a Collaboratory in Cyberspace:Theoretical Foundation and an implementation. [consultado Jun 20 2002]. Disponível em: <http://cism.bus.utexas.edu/ram/papers/joc1/joc.html>.
- [11]. BIE - The Buck Institute for Education. In: Project Based Learning Handbook, 2002. USA. [consultado Fev 27 2004]. Disponível em: <http://www.bie.org/pbl/pblhandbook/about.php>.

- [12]. Bordenave, J. Diaz; Pereira, Adair M. Estratégias de ensino-aprendizagem. 15a ed. Petrópolis 1995. FEA / 378^D542e.
- [13]. Cañas A J, et al. Herramientas Para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento Basados en Mapas Conceptuales. Institute for Human and Machine Cognition. University of West Florida Pensacola. FL, 32501. In: Revista de Informática Educativa, 2000, v. 13, n. 2, 145-158. [consultado Mar 02 2004]. Disponível em: <http://www.coginst.uwf.edu/~acanas/Publications/RevistaInformaticaEducativa/HerramientasConsConRIE.htm>.
- [14]. Carniello A, et al. Tecnologia para Ambientes Colaborativos de Ensino. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. [consultado Nov 21 2001]. Disponível em: <http://ariadne.dt.fee.unicamp.br/~vanessa/ia368f/cmc2.html>.
- [15]. Cavalcanti, R. de Albuquerque. Andragogia: A Aprendizagem nos Adultos. Texto publicado na Revista de Clínica Cirúrgica da Paraíba Nº 6, Ano 4, Julho de 1999 [consultado Abr 2003]. Disponível em: <http://www.secrel.com.br/usuarios/cdvhs/texto3.htm>
- [16]. Chaves, Eduardo O C. Tecnologia na Educação. Trabalho escrito para The Encyclopaedia of Philosophy of Education / A Enciclopédia de Filosofia de Educação, editada por Michael A. Peters e Paulo Ghiraldelli Júnior, 2003. [consultado Abr 2003]. Disponível em: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/tecned2.htm>.
- [17]. Cheesman, Robin; Heilesen, Simon B. Supporting Problem-based Learning in Groups in a Net Environment. In Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning (CSCL) 1999 Conference, C. Hoadley & J. Roschelle (Eds.) Dec. 12-15, Stanford University, Palo Alto Califórnia. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. [consultado 28/03/2002].
- [18]. Chiug-Hui Chiu et al. Interaction Processes in Network Supported Collaborative Concept Mapping. June 1999 ACM. SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 4th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education, Volume 31 Issue 3.
- [19]. Cicognani A. Concept Mapping as a Collaborative Tool for Enhanced Online Learning. In: Educational Technology & Society, 2000, v. 3, n. 3. IEEE. ISSN 1436-4522. [consultado Abr 20 2004]. Disponível em: http://ifets.ieee.org/periodical/vol_3_2000/b01.html.
- [20]. Cockburn A, Greenberg S. The Design and Evolution of TurboTurtle, a Collaborative Microworld for Exploring Newtonian Physics. Int. J. of Human Computer Studies (Academic Press) 1998; 48 (6): 777-801. Disponível em: <http://www.cpsc.ucalgary.ca/grouplab/projects/TurboTurtle.html> [consultado Abr 30 2003].
- [21]. Cole P, Nast-Cole J. Small Group Processes: Two Contemporary Applications. In: Napier R, Gershenfeld M. Groups, Theory and Experiences. Houghton Mifflin. Boston. 1985 [Marca: 8-10,44-56]
- [22]. Cortelazzo I B C. Colaboração, trabalho em equipe e as tecnologias de comunicação. Tese de doutorado. 2000. USP. FÉ/ T371.36 C 827 C.

- [23]. Crawley R M. A Comparison of Computer-Supported Collective Learning Applications. Collaborative Computing Research Group. University of Brighton. Department of Mechanical Engineering. [consultado Maio 05 2003]. Disponível em: <http://www.bton.ac.uk/cscl/jtap/paper2.htm>.
- [24]. Crowston K, Malone T. Information Technology and Work Organization. In: Helandes M. Handbook of Human-Computer Interaction. North Holland. 1988
- [25]. Cruz D P. Espacios Grupales de Aprendizaje: Explorando el Potencial de las Bibliotecas Digitales en la Educación. Tesis Maestria. Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Sep 2000. Puebla, México. [consultado Mar 21 2002]. Disponível em: http://mailWeb.udlap.mx/~tesis/perez_c_d/capitulo5.html.
- [26]. Cury D, Omar N, Direne A I. Modelos baseados em estereótipos e oráculos para a aprendizagem de conceitos visuais: no ar desde 2002. [consultado Mar 06 2002]. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr2/Cury02.htm>.
- [27]. Dillenbourg P, et al. The Evolution of Research on Collaborative Learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds) Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science. Oxford: Elsevier Science Ltd.1996. Pergamon, 189-211. [consultado Jun 20 2002]. Disponível em: <http://www.elsevier.com/>.
- [28]. Dillenbourg P, Schneider D. Mediating the mechanisms which make Collaborative learning sometimes effective. In: International Journal of Educational Telecommunications, 1995, v. 1, n. 2-3, 131-146. [consultado Abr 09 2002]. Disponível em: http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/CMC/colla/iccai95_1.html.
- [29]. Dillenbourg P, Self J A. A computational approach to socially distributed cognition. In: European Journal of Psychology of Education, 1992, v. III, n. 4, 353-372. [consultado Mar 21 2002]. Disponível em: <http://tecfa.unige.ch/tecfa/general/tecfapeople/dillenbourg.htm>.
- [30]. Ellis H J C. An Experience in collaborative learning: observations of a software engineering course. In: 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Kansas City, October, 2000. [consultado Out 24 2001]. Disponível em: <http://www.rh.edu/~heidic/pubs/fie2000.pdf>.
- [31]. Ellis, C. A., Gibbs, S. J., & Rein, G. L. Groupware: Some issues and experiences. Communications of the ACM, 34(1), 38-58, 1991.
- [32]. Felder R M, Brent R. A aprendizagem cooperativa nos cursos técnicos: procedimentos, armadilhas e resultados. Work Supported by National Science Foundation Division of Undergraduate Education Grant: no ar desde 1994. [consultado Abr 09 2002]. Disponível em: <http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Coopreport.html>.
- [33]. Ferreira J G. Ensino a Distância II. Questões pedagógicas. São Leopoldo Rio Grande do Sul. 1997. [consultado Abr 09 2002]. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/~jairo/2ensdis2.htm>.

- [34]. Ficheman, I. Karaguilla. Aprendizagem Colaborativa a distância apoiada por meios eletrônicos interativos: um estudo de caso em Educação Musical. 2002. 118p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. FD-3120.
- [35]. Flávia M, Borges M R S, Santos N. Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiados por Computador: Uma Perspectiva do Referencial Teórico. In: TISE '98. [consultado Nov 06 2001]. Disponível em:
<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98/html/trabajos/amb/>. Disponível em:
<http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr4/Sbie98-03-Santoro.htm>.
- [36]. Garcia L M C, Carvalho J L. Un proyecto ibérico de aprendizaje colaborativo en red telemática. [consultado Abr 09 2002]. Disponível em:
http://educom2.sce.fct.unl.pt/~jlc/Sevilla_es.html
- [37]. Gardner, Howard. Inteligências múltiplas: a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Medicas, 1995. 257 p. FE /152.822^G227i .
- [38]. Gerosa, Marco Aurélio et al. Elementos de percepção em ambientes de aprendizagem como forma de facilitar a comunicação, coordenação e cooperação. In: Anais de INTERTECH-2002. International Conference on Engineering and Technology Education, Santos, Brazil. March, 17-20/2002. Organized by SENAC- School of Enginnering and Technology.
- [39]. González L A G, Ruggiero W V. Modelo Aprendiz para atividades colaborativas de projeto em Sistemas de Aprendizagem Eletrônico. In: Revista IEEE América Latina. Submetido à publicação em 2005. Estará disponível em:
<http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/esp/>
- [40]. González L A G, Ruggiero W V. Un modelo de colaboración para las aplicaciones educativas y electrónicas que utilizan el método de proyecto / A Model of Collaboration for the Educational and Electronic Applications that Use the Project Method. Aceito para publicar em Set. In: RedIRIS - Boletín de la red nacional de I+D, Espanha, n. 73. Estará disponível em: <http://www.rediris.es/rediris/boletin/73/enfoque2.pdf>
- [41]. González, Luisa A . G. Educação pela Web: metodologia e ferramenta de elaboração de cursos com navegação dinâmica. Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores, LARC. EPUSP, São Paulo. 2000. Dissertação de mestrado.
- [42]. Graells P M. Los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje. Universidade de Barcelona. Faculdade de Educación. Espana. 2001. [consultado Mar 2004]. Disponível em:
<http://dewey.uab.es/pmarques/actodid.htm>
- [43]. Halstead A, Martin L. Learning styles: a tool for selecting students for group work. Int. J. of Electrical Engineering Education. 39(3): 245-252
- [44]. Harada, Clóvis Yutaka. Arquitetura para suporte a aplicações colaborativas. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

- [45]. Holmes, W.Neville (University of Tasmânia). The Myth of the Educational Computer. Computer. Sept 99, vol. 32, n. 9. pp. 36- 42.
- [46]. Howell R T. The Importance of the Project Method In Technology Education. Fort Hays State University. In: Journal of Industrial Teacher Education, v. 40, n. 3. Digital Library and Archives. [consultado Fev 27 2004]. Disponível em: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v40n3/howell.html>.
- [47]. Hsiao J W D L. Artigo [consultado Nov 21 2001]. Disponível em: <http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html>.
- [48]. Illera J L R. Collaborative environment and task design in the university. In: Computers in Human Behavior, 17, 2001, 481-493. [consultado Maio 05 2003]. Disponível em: www.elsevier.com/locate/comphumbeh.
- [49]. ÍTEMS - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, N.L. México. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica. Las Técnicas Didácticas en el Modelo Educativo. [consultado Abr 02 2003]. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/309.pdf>.
- [50]. ÍTEMS - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, N.L. México. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica. Aprendizaje Colaborativa. Las Estrategias y las técnicas didácticas en el rediseño. [consultado Mar 28 2003]. Disponível em: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/Colaborativo.PDF>
- [51]. John W T. A Review of Research on Project-Based Learning. San Rafael, Califórnia: no ar desde 2000. Disponível em: <http://www.autodesk.com/foundation>
- [52]. Johnson R T, Johnson D W. Cooperative Learning. Two heads learn better than one. In: Context. A Quarterly of Humane Sustainable Culture. [consultado Jul 29 2002]. Disponível em: <http://www.context.org/ICLIB/IC18/Johnson.htm>.
- [53]. Kenneth A . Bruffee. Collaborative Learning Higher Education, Interdependence and the Authority of Knowledge. 2ed. FEA/ 378.1795^B889c, 1999.
- [54]. Khalifa, Mohamed; Lam, Rinky. Web-Based Learning: Effects on Learning Process and Outcome. IEEE Transactions on Education, vol. 45, n. 4, november 2002. pp. 350-356.
- [55]. Kojiri T, Ito Y, Watanabe T. User-oriented Interface for Collaborative Learning Environment. Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02). IEEE, 2002. [consultado Jun 12 2003]. Disponível em: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icce/2002/1509/00/15090213.pdf>.
- [56]. Kwok R C W, Ma J. Use of a group support system for Collaborative assessment. Computers & Education 32, 109-125: no ar desde 1999. [consultado Nov 21 2001]. Disponível em: www.elsevier.com/locate/compedu.
- [57]. Lage, F.J. et al. Modelo cooperativo-colaborativo para cursos de formación y entrenamiento de recursos humanos. In Anais de INTERTECH-2002. International

- Conference on Engineering and Technology Education, Santos, Brazil. March, 17-20/02. Organized by SENAC – School of Engineering and Technology.
- [58]. Lévy, Pierre. A inteligência coletiva por uma antropologia do ciberespaço. [trad] Luiz Paulo Rounet 1998. FE /306.4^L668i.
- [59]. Lima, Lauro de Oliveira. Treinamento em dinâmica de grupo. 3a ed.1971. FÉ/301.15/L732t 3e.d.
- [60]. Mailhiot, G. Bernard. Dinâmica e Gênese dos Grupos. Atualidades das descobertas de Kurt Lewin. 2a ed. São Paulo: Livraria Duas Cidades. 1973. FÉ /301.15 ^M219d 2.ed.
- [61]. Marca, David ; Bock, Geoffrey. Groupware: Software for Computer-Supported Cooperative Work. IEEE Computer Society Press. Los Alamitos, Califórnia. 1992.
- [62]. Marín I R, Pérez S G. Pedagogía Social y Sociología de la Educación. UNED, Madrid 1984. Técnicas de Grupo, 372-388. [consultado Jun 10 2003]. Disponível em: http://personal.telefonica.terra.es/web/medellinbadajoz/sociologia/TECNICAS_DG.doc.
- [63]. Massicotte G. Groupware as a way of integration of classical and distance learning models in higher education. Université du Québec, Canada. [consultado Jun 20 2002]. Disponível em: <http://obelix.uqss.quebec.ca/est/Em/Em41/em417a.htm>.
- [64]. Millis, B. J. Cooperative Learning. University of Tennessee at Chattanooga, May 1996. United States of American. Disponível em: <http://www.utc.edu/Teaching-Resource-Center/CoopLear.html>. [consultado 27/05/02].
- [65]. Moran J. M. O que é um bom curso a distância?. [consultado Nov 2002]. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/bom_curso.htm
- [66]. Moran J. M. Interferências dos Meios de Comunicação no Nosso Conhecimento: trechos do artigo. 1994. [consultado Fev 04 1999]. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/interf.htm>.
- [67]. Moursund D. Project-Based Learning Using Information Technology. Publications EDUTEKA: no ar desde 1999. [consultado Mar 31 2004]. Disponível em: <http://www.eduteka.org/pdfdir/Capitulo2.pdf>.
- [68]. Mucchielli, Roger. La dinámica de los grupos. Empresa Moderna. Ibérico Europea de Ediciones, S.A. Madrid. FÉ/301.15 M942.
- [69]. Nicolao M, Oliveira JPM. Caracterizando Sistemas de Workflow. REAd - Revista Eletrônica de Administração. Escola de Administração da UFRGS. Edição 3, Vol. 2 No. 2, Set - Out de 1996. [consultado 27/05/2002]. Disponível em <http://read.adm.ufrgs.br/read03/artigo/workflow.html>
- [70]. Nitzke J A, Carneiro M L F. Ambientes de Aprendizagem Cooperativa apoiados por computador para a educação em Engenharia. In: Anais de XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Set, 2001, PUCRS. Porto Alegre, RS. [consultado Jan 2002]. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/~mara/congres/cuba-acac.htm>.

- [71]. Nogueira, N. R. Pedagogia de Projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das Múltiplas Inteligências. 2002. 3a ed. São Paulo: Érica. FE /37.046^N778p^3.ed.
- [72]. Nunamaker, Jay F. Collaborative Computing: The Next Millenium. Computer. Sept 99, vol 32, n. 9. 66-71.
- [73]. Nunes R G S, Sousa R T Jr. WEBQUEST: Protótipo de um Ambiente de Aprendizagem Colaborativa a Distância Empregando a Internet. Universidade de Brasília/UnB. [consultado Maio 20 2004]. Disponível em: <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=4abed&inoid=110&sid=124>.
- [74]. Okamoto T, Kayama M, Cristea A. Proposal of a Collaborative Learning Standardization. In: IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. August, 2001. Madison. [consultado Fev 01 2002] Disponível em: <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icalt/2001/1013/00/10130267abs.htm>.
- [75]. Otsuka J L. Sistema de Apoio à Aprendizagem Colaborativa na Internet - SAACI. Dissertação Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal de Rio Grande do Sul. 1998. [consultado Abr 17 2003]. Disponível em: http://labcom.inf.ufrgs.br/dissertacoes/sistema_de_apoio.pdf.
- [76]. Padilha T P P, Almeida L M, Alves J B M. Modelagem do Aprendizado de Grupos de Alunos em Ambientes Colaborativos Utilizando Data Mining. INE/UFSC, Florianópolis. [consultado Mar 2004]. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~thereza/Artigos/Artigo_CACIC2003.pdf.
- [77]. Panitz T. A definition of Collaborative vs Cooperative Learning: no ar desde 1996. [consultado Maio 27 2002]. Disponível em: <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/Collab.learning/panitz2.html>.
- [78]. Papert, Seymour. Logo: computadores e educação. 2a ed. São Paulo: Brasiliense, 1985. FE /371.369^P214l^e.2. USP.
- [79]. Pérez, Flavia de la Asunción R. Sistema Colaborativo para el apoyo electrónico a Reuniones. Disponível em: <http://www2.ing.puc.cl/~group/sisco/indice.html>. [consultado 16/07/02].
- [80]. Piaget, Jean. Epistemologia genética. Petrópolis: Vozes, 1973.
- [81]. Piaget, Jean. Psicologia e Pedagogia. Rio de Janeiro: Forense, 1976. FE /37.046^P579p^4.ed^e.1
- [82]. Piconez, Stela C. Bertholo. A pedagogia de projetos como alternativa para o ensino-aprendizagem na educação de jovens e adultos. 1998. FE Fol/374.8^P598p^e.1
- [83]. Pino A, et al. Bases Preliminares para um Ambiente Colaborativo de Aprendizagem. [consultado Out 08 2002]. Disponível em: <http://www.lite.fae.unicamp.br/sapiens/>.

- [84]. Ponta D, Donzellini G, Markkanen H. Network Based Project Learning for Engineering Education. In: International Conference on Engineering Education. July 21–25, 2003, Valencia, Spain. [consultado Mar 13 2004]. Disponível em: <http://netpro.evtel.fi/team/wp6/papers/ICEE-5372.pdf>.
- [85]. Queiroz T Z P. Tecnologias de Groupware para a Educação: Aprendizagem Colaborativa Semipresencial na Universidade. UFSC. Dissertação Mestrado: no ar desde 2003. [consultado Fev 12 2004]. Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?5214>.
- [86]. Raposo A B. Interação na Web – Tendências. In: Seminário sobre Tecnologias da Infra-estrutura de Informação em Ambientes Colaborativos de Ensino. [consultado Jan 21 2002]. Disponível em: <http://www.dca.fee.unicamp.br/courses/IA368F/1s1998/Monografias/alberto/index.html>
- [87]. Restrepo C M Z, Venegas M R A, Castañón M A G. Sistemas Hipermedios Colaborativos. Nuevos ambientes de aprendizaje. In: IV Congresso RIBIE, Brasília 1998. [consultado Out 10 2001]. Disponível em: <http://www.url.edu.gt/sitios/tice/docs/trabalhos/148.pdf>.
- [88]. Rizzo, Gilda. Jogos Inteligentes: A construção do Raciocínio na escola natural. 2001.
- [89]. Rosatelli M C. Um ambiente inteligente para aprendizado colaborativo no ensino a distância utilizando o método de casos. Florianópolis, s.d. Tese Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. [consultado Abr 29 2003]. Disponível em: http://www.mec.gov.br/seed/paped/Projetos_txt/ResumoeAbstractTeseRosatelli.doc.
- [90]. Rovira C, Marcos MC. Mapas conceptuales de navegación. La representación del conocimiento y el acceso a la información en entornos virtuales de aprendizaje. Universitat Pompeu Fabra. [consultado 2002]. Disponível em: <http://www.mapasconceptuales.com>
- [91]. Santoro F M, Borges M R, Santos N. Modelo de Cooperação para Aprendizagem Baseada em Projetos: Uma Linguagem de Padrões. [consultado Abr 17 2003]. Disponível em: <http://equipe.nce.ufrj.br/mborges/publicacoes/SLPlop.pdf>.
- [92]. Santos N. Estado da Arte em Espaços Virtuais de Ensino e Aprendizagem. Laboratório de Engenharia de Software - PUC-Rio. COPPE/Sistemas/UFRJ. Sociedade Brasileira de Computação. Informática na Educação (SBC-IE). [consultado Out 02 2002]. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr4/070TU-santos.htm>.
- [93]. Santos N. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados em tecnologias da Internet. Rio de Janeiro: Departamento de Informática, PUC-Rio; 1997. Relatório Final de pesquisa de pós-graduação. [consultado 14/04/2003] Disponível em : http://www.cos.ufrj.br/~neide/rel_posdoc.htm
- [94]. Sauv JP. Programa da disciplina: Projeto de redes de computadores. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Departamento de Sistemas e Computação. [consultado Ago 19 2005]. Disponível em: <http://jacques.dsc.ufcg.edu.br/cursos/pr/html/pr2.htm>

- [95]. Silva M. O que é Interatividade. Boletim Técnico do SENAC. [consultado Maio 24 2001]. Disponível em: <http://www.senac.br/boletim/boltec38.htm>
- [96]. Silveira S R, Barone A C. Ferramenta de Autoria Multimídia para a Elaboração de Jogos Educativos. In: TISE '98. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS: no ar desde 1998. [consultado Nov 21 2001]. Disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98/html/trabajos/ferram/index.htm>.
- [97]. Sims R. An interactive conundrum: Constructs of interactivity and learning theory. Australian Journal of Educational Technology. 2000, 16(1): 45-57. [consultado Fev 02 2001]. Disponível em: <http://cleo.murdoch.edu.au/ajet/ajet16/sims.html>.
- [98]. Steeples, C. and Mayes, T. A special section on computer-supported Collaborative learning. Computers Education. vol. 30, n.3/4, pp. 219-221, 1998
- [99]. Suárez V I, Chiriboga M L P. El Web como Plataforma Colaborativa: no ar desde 1998. [consultado Nov 13 2001]. Disponível em: <http://www2.ing.puc.cl/~jnavon/IIC3582/Lourdes.html>.
- [100]. Tarouco L. Ambientes de Aprendizagem Apoiados por Computador. Palestra apresentada no COMDEX'97 Rio de Janeiro em 10 de março de 1997. Pós-Graduação Informática na Educação – UFRGS. [consultado Nov 11 2001]. Disponível em: <http://penta2.ufrgs.br/Liane/palestras/cscwlian.htm>
- [101]. Tiessen EL, Ward DRZ. WWW-based Educational Groupware. MC2 Learning Systems Inc. Simon Fraser University. Burnaby BC Canadá. [consultado 05/05/2003] Disponível em: <http://www.oise.utoronto.ca/CSCL/posters/tiessen.pdf>
- [102]. Tinzmann M B, et al. What Is the Collaborative Classroom? NCREL, Oak Brook, 1990, NCREL – North Center Regional Educational Laboratory. [consultado Fev 02 2002]. Disponível em: http://www.ncrel.org/sdrs/areas/rpl_esys/Collab.htm..
- [103]. Tolmie A, Boyle J. Factors influencing the success of computer mediated communication (CMC) environments in university teaching a review and case study. Computer & Education 34 (2000): 119-140. [consultado Maio 2001]. Disponível em: www.elsevier.com/locate/compedu.
- [104]. UCSB - University of Califórnia Office of Instructional Consultation.. (Collaborative Learning. Differences Between Collaborative and Cooperative Learning): no ar desde 2002. [consultado Abr 29 2002]. Disponível em: http://www.oic.id.ucsb.edu/Resources/Collab-L/CL_Index.html.
- [105]. Véliz L S. Estrategias para iniciar la Elaboración de Mapas Conceptuales en el Aula. Eduteka. [consultado Abr 05 2004]. Disponível em: <http://www.eduteka.org/MapasConceptuales.php>.
- [106]. Villarroel G. Dinámica para Grupos: abstracción, análisis general, comunicación, animación, organización - planificación y presentación. Red de Información Comunitaria IX Región. Temuco: no ar desde Dec 2001. [consultado Jun 07 2004]. Disponível em: http://aromo.redcomunitaria.cl/archivos/Doc_Capacitaciones/Dinamicas.doc.

- [107]. Vygotsky, Lev Semenovich. A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1989. ECA /100^Vygotsky.
- [108]. Vygotsky, Lev Semenovich. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1993. FE /155.562.2^V996p.
- [109]. Wessner M, Pfister H R. Group formation in computer-supported Collaborative learning. In: Proceeding of the 2001 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work. Vol. 2: 24-31: no ar desde 2001 [consultado Fev 02 2003]. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/500286.500293>.