

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**

Tarcisio Vanzin

**TEHC_o - MODELO DE AMBIENTES HIPERMÍDIA
COM TRATAMENTO DE ERROS, APOIADO NA
TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA.**

Tese de Doutorado

Florianópolis
2005

TARCISIO VANZIN

**TEHC_o - MODELO DE AMBIENTES HIPERMÍDIA
COM TRATAMENTO DE ERROS, APOIADO NA
TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a Vânia Ribas Ulbricht

**Florianópolis, SC
2005**

Tarcisio Vanzin

**TEHC_o - MODELO DE AMBIENTES HIPERMÍDIA COM
TRATAMENTO DE ERROS, APOIADO NA TEORIA DA
COGNIÇÃO SITUADA.**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Doutor
em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa
Catarina

Florianópolis, 12 de Agosto de 2005

Prof. Edson P. Paladini, Dr.

Coordenador do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

Prof^a. Vânia Ribas Ulbricht, Dr^a
Orientadora

Prof. Neri dos Santos, Dr.
Membro

Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.
Membro

Prof^a. Araci H. Catapan, Dr^a.
Moderadora

Prof. Luiz A. M. Palazzo Dr.
Examinador externo

Prof^a Marie-Claire Ribeiro Póla, Dr^a
Examinador externo

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

À minha família que me incentivou e compreendeu a minha ausência.

À Professora Vânia R. Ulbricht pela longa amizade, pela orientação segura e pelo entusiasmo que soube alimentar ao longo da pesquisa.

Aos professores Neri dos Santos, Bruno H. Kopittke e Luiz A. M. Palazzo pelas contribuições a este trabalho.

Aos demais membros da banca pelas sugestões.

A todos que, direta ou indiretamente, deram a sua contribuição a esta Tese.

Resumo

Esta tese propõe um modelo de ambiente hipermidiático de aprendizagem de Geometria, apoiado na Teoria da Cognição Situada, com tratamento de erros. O modelo recebeu o nome de TEHCo (Tratamento de Erro baseado em Habilidades Cognitivas) porque incorpora, de forma adaptada, a taxionomia dos erros humanos do modelo GEMS de Reason (2002) que qualifica os erros humanos em três níveis de habilidades cognitivas. O modelo identifica os erros dos alunos por dois caminhos: o primeiro é o da escolha que o aluno faz na biblioteca de respostas propostas pela equipe de *experts* no domínio e o segundo é o da inferência que o sistema faz quanto ao nível de conhecimento do aluno. A resultante deste cruzamento possibilita o enquadramento na taxionomia de erros e deflagra ações de ajuste no aprendizado do aluno através de conteúdos pedagógicos suplementares. O modelo não trata os lapsos e deslizes como erros, uma vez que são ocorrências que atingem aqueles que conhecem o tema e classifica os erros em duas categorias: erros baseados na falta de conhecimento e os erros baseados em inadequadas aplicações de regras. O modelo TEHCo faz distinção, também entre conhecimento declarativo e procedural e não associa os erros à incapacidade do aluno, mas assume-os como sinais de que, ao ocorrerem, estão emitindo alertas de que aquela etapa do aprendizado requer maior atenção. Essa dinâmica se dá em situações de aprendizagem virtual onde o ambiente induz à participação e interação entre os atores da comunidade de aprendizagem. Esta pesquisa explora a possibilidade de utilização da natureza qualitativa dos erros em ambientes hipermidiáticos e demonstra que, nos processos de aprendizagem mediada por tecnologias, é possível abordar as diferentes formas do erro humano. O campo de aplicação, eleito foi o da aprendizagem da parte da Geometria que trata de Superfícies Geométricas por ser um tema de relevante importância para a prática profissional de Engenharia e Arquitetura.

Palavras-chave: Erro humano, Aprendizagem, Hipermídia, Cognição Situada.

Abstract

This thesis regards the proposal of a model of a hypermedia environment for the learning of Geometry using the Situated Cognition Theory, with the treatment of errors. The proposed model was named TEHCo (Error Treatment based on Cognitive Skills) because it incorporates, in an adapted fashion, the taxonomy of human error used in the GEMS model of Reason (2002), which qualifies human error according to three cognitive skill levels. The model identifies the errors committed by students in two ways: the first is the result of the choice the student makes in the answer library proposed by the domain's team of experts and the second results from the inference of the system regarding the knowledge level of the student. The result of this intersection is placed within the error taxonomy and indicates actions to adjust the student's learning process by offering additional pedagogical content. The model does not treat lapses and slips as errors, since they occur with those who know the subject, and it classifies the errors in two categories: human errors based on the lack of knowledge and the errors based on inadequate use of rules. The TEHCo model also distinguishes between declarative and procedural knowledge and does not associate these errors with the student's ineptitude but assumes that they are signs that that learning stage requires greater attention. These dynamics are a result of virtual learning situations where the environment induces participation and interaction among the actors of the learning community. This research explores the possibility of using the qualitative nature of human error in hypermedia environments and aspires to show that, in the learning processes mediated by technologies, it is possible to handle the different aspects of human error. The chosen area of application was the learning of the part of Geometry that deals with geometrical surfaces since it is of relevant importance in the practice of Engineering and Architecture.

Keywords: Human error, Learning process, Hypermedia, Situated Cognition

Sumário

I – INTRODUÇÃO	14
1.1 Apresentação do tema	14
1.2 Justificativas do trabalho	15
1.2.1 Envolvimento do pesquisador com o tema	15
1.2.2 Os erros humanos e a aprendizagem	15
1.3 Estabelecimento do problema	16
1.4 Objetivos	17
1.5 Questão de pesquisa	18
1.6 Procedimentos metodológicos	18
1.7 Resultados esperados	19
1.8 Limitações do trabalho	19
1.9 Originalidade e não trivialidade	20
1.10 Relevância e contribuições do trabalho	20
1.11 Descrição dos capítulos	21
2 – A TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA	22
2.1 Introdução	22
2.2 O Conhecimento e a cognição humana	22
2.3 O Cognitivismo	23
2.4 A teoria da Cognição Situada	24
2.5 As representações mentais do Cognitivismo	25
2.6 A Teoria da Atividade de Leontiev	26
2.7 Origens da teoria da Cognição Situada	28
2.7.1 A Ação Situada	28
2.7.2 O foco antropológico da aprendizagem, segundo Jean Lave	29
2.8 Princípios da Cognição e Aprendizagem Situadas	31
2.9 A Cognição Distribuída	33
2.10 As TIC's frente à Cognição Situada e Distribuída	36
2.11 Comunidades de prática	36
2.12 Aprendizagem cooperativa e colaborativa	38
2.13 Conclusão	41

3 – A APRENDIZAGEM EA FORMAÇÃO	44
3.1 Introdução	44
3.2 A formação da competência	44
3.3 O Ensino à Distância	45
3.3.1 As Potencialidades do EAD	46
3.3.2 O EAD e as comunidades de aprendizagem	47
3.4 A Cognição Situada, o EAD e a Geometria	49
3.5 Características do aprendizado da Geometria	51
3.6 A Cognição Situada e a aprendizagem de Geometria	52
3.7 A avaliação na prática pedagógica	53
3.8 O conceito de avaliação para a teoria da Cognição Situada	56
3.9 A formulação da verificação da aprendizagem	57
3.10 A Cognição Situada e a autoavaliação	58
3.11 A explicitação do conhecimento	58
3.12 Conclusão	59
4 –TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	61
4.1 Introdução	61
4.2 Sistemas CAI e EIAC na educação e no treinamento	61
4.3 Hipermídia	62
4.4 Ambientes hipermediáticos na educação	64
4.5 <i>Softwares</i> de aprendizagem de Geometria	67
4.6 Os ambientes hipermediáticos e a Aprendizagem Situada	70
4.7 Ambientes hipermediáticos no Ensino à Distância	71
4.8 Ambientes hipermediáticos, EAD e Aprendizagem	72
4.9 O uso da internet no EAD	73
4.10 A avaliação da aprendizagem em ambientes hipermediáticos	74
4.11 Sistemas dotados de agentes inteligentes	75
4.12 Sistemas Hipermídia Adaptativa (SHA)	77
4.13 Conclusão	80
5 – O ERRO HUMANO	82
5.1 Introdução	82

5.2	Conceituações	83
5.3	Aspectos sócio-culturais do erro humano	84
5.4	A polaridade do erro	85
5.5	O erro na prática escolar	87
5.6	Confiabilidade	88
5.7	Origem dos erros humanos	89
5.8	A abordagem cognitivista do erro humano	89
5.9	Classificação dos erros humanos	91
5.10	A taxionomia dos erros humanos do modelo GEMS	95
5.11	Os ambientes hipermidiáticos e os erros humanos	101
5.12	Conclusão	104
6 – TEHCo, O MODELO PROPOSTO		107
6.1	Introdução	107
6.2	Aspectos gerais do modelo TEHCo	107
6.2.1	Convergências	108
6.2.2	Conteúdo e público alvo	109
6.3	A Teoria da Cognição Situada e o modelo proposto	110
6.3.1	Contribuições da teoria da Cognição Situada ao modelo TEHCo	110
6.3.2	Diretrizes da teoria da Cognição Situada utilizadas no modelo	111
6.4	A adoção do modelo GEMS de erros humanos	113
6.5	Balizas para o planejamento do conteúdo pedagógico	115
6.5.1	A contribuição da taxionomia de Bloom	115
6.5.2	Convergência Bloom / Rasmussen	118
6.5.3	Modulação do conteúdo do domínio para o modelo TEHCo	120
6.5.4	Planejamento das verificações	123
6.5.4.1	Bases para concepção da verificação da aprendizagem	124
6.5.4.2	Estruturação da verificação da aprendizagem	124
6.6	O papel do registro escrito, do professor e do autodiagnóstico	128
6.6.1	O registro escrito	129
6.6.2	O papel do professor	130
6.6.3	O autodiagnóstico das situações de erro	130

6.7	Descrição do modelo TEHCo	132
6.7.1	O modelo do aluno, os ajustes e as adaptações previstas:	133
6.7.2	Informações destinadas ao modelo do aluno	136
6.8	A representação em UML do modelo TEHCo	140
6.8.1	Diagrama UML (adaptado) para questões do tipo Q3	140
6.8.2	Diagrama UML (adaptado) para questões Q1 e Q2	142
6.9	Conclusão	144
7 – SIMULAÇÃO		146
7.1	Introdução	146
7.2	Interface e principais recursos disponíveis	146
7.3	Inicialização do modelo do aluno	149
7.4	A visibilidade do grupo, do conteúdo e do ambiente.	151
7.5	O tratamento dos erros no conteúdo pedagógico do módulo 1	154
7.6	Situações de erro no conteúdo pedagógico do módulo 9	159
7.7	Autodiagnóstico para questões Q1 e Q2	168
7.8	Conteúdos suplementares	169
7.9	Conclusão	169
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		173
8.1	Considerações finais	173
8.1.1	O tratamento dos erros humanos	173
8.1.2	A teoria da Cognição Situada no ambiente TEHCo.	175
8.1.3	O atendimento aos objetivos da tese	176
8.1.4	Resposta à questão de pesquisa	176
8.2	Palavras finais	177
8.3	Recomendações para trabalhos futuros	177
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		179

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Ciclo clássico de modelação em sistemas adaptativos.	79
Figura 5.1: As sete etapas de uma ação	92
Figura 5.2: Arquitetura cognitiva de Rasmussen – Modelo SRK	93
Figura 5.3 Os 3 níveis de habilidades cognitivas e o grau de consciência	94
Figura 5.4: Origem do modelo GEMS	95
Figura 5.5: Erros primários e estágios cognitivos em que ocorrem	97
Figura 5.6: Relação entre ação e erro	97
Figura 6.1: Componentes do ambiente	107
Figura 6.2: Arquitetura do sistema, baseada em Valente (2003)	108
Figura 6.3: Campos de convergência	109
Figura 6.4: Convergência da taxionomia de Bloom e da arquitetura SRK	120
Figura 6.5: Modulação do conteúdo	121
Figura 6.6: Articulações entre os conteúdos pedagógicos nos módulo	122
Figura 6.7: Esquema do registro escrito	129
Figura 6.8: Opções de manifestação do aluno pelo autodiagnóstico	132
Figura 6.9: Composição do módulo	133
Figura 6.10: Adaptação do modelo	134
Figura 6.11: Adaptações de conteúdo, navegação e sondagem.	135
Figura 6.12: Diálogo de sondagem	136
Figura 6.13: Conversão da sondagem em nível de conhecimento	137
Figura 6.14: Adaptações e comparações a partir do modelo do aluno	138
Figura 6.15: Esquema das respostas para questões do tipo Q3	139
Figura 6.16: Esquema de respostas para questões do tipo Q1 e Q2	139
Figura 6.17: Diagrama UML das questões do tipo Q3	141
Figura 6.18: Diagrama UML para questões do tipo Q1 e Q2	143
Figura 7.1: Interface	147
Figura 7.2: Consulta e resposta	148
Figura 7.3: Tela inicial	149
Figura 7.4: Navegações possibilitadas pela tela inicial	150
Figura 7.5: Relação dos componentes e módulos	152
Figura 7.6: Resumo das consultas feitas e recebidas	152

Figura 7.7: Estrutura geral do tema superfícies geométricas	153
Figura 7.8: Verificação do conhecimento do módulo 1	155
Figura 7.9 Questões da verificação do conhecimento do módulo 1	155
Figura 7.10: Aviso de que a resposta não está dentro do esperado.	156
Figura 7.11: Tela de autodiagnóstico para questões Q3	157
Figura 7.12: Lapsos	158
Figura 7.13: A associação da geometria com o cotidiano 1	160
Figura 7.14: A associação da geometria com o cotidiano 2	160
Figura 7.15: Tela de fechamento do módulo da esfera	161
Figura 7.16: Enunciado do primeiro problema	163
Figura 7.17: Opções de resposta da primeira parte do 1º problema	163
Figura 7.18: Opções de resposta da segunda parte do 1º problema 1	164
Figura 7.19: Opções de resposta da segunda parte do 1º problema 2	164
Figura 7.20: Segundo problema	165
Figura 7.21: Opções de resposta da segunda parte do segundo problema	166
Figura 7.22: Autodiagnóstico para questões Q1 e Q2	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Comparação entre aprendizagem situada e tradicional	32
Tabela 6.1: Taxionomia GEMS ajustada para a aprendizagem.	114
Tabela 6.2: Níveis da Taxionomia de Bloom e colaboradores 1	116
Tabela 6.3: Níveis da Taxionomia de Bloom e colaboradores 2	117
Tabela 6.4: Exemplo de possibilidades de respostas para 'saber fazer'	126
Tabela 6.5: Exemplo de possibilidades de respostas para 'saber'	126
Tabela 6.6: Correspondência entre Questões, erros e requisitos	127
Tabela 6.7: Correspondência entre os níveis de Bloom e GEMS:	127
Tabela 6.8: Conhecimentos prévios requeridos dos autores do conteúdo	128
Tabela 6.9: Nível de conhecimento do usuário e adaptações do conteúdo	134
Tabela 6.10: Ajuste da resposta pelo modelo do aluno	138
Tabela 7.1: Matriz das respostas dos dois problemas da verificação	167
Tabela 7.2: Ajuste do enquadramento a partir do modelo do aluno	167

I - INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do tema

As ações humanas, segundo Rasmussen (1983) são enquadráveis em três níveis de habilidades cognitivas: as habilidades baseadas em conhecimento, habilidades baseadas na aplicação de regras e as habilidades baseadas em mecanismos automatizados. Com essa fundamentação Reason (2002) propôs, na década de noventa, o modelo GEMS¹ para a caracterização dos erros humanos, tendo como motivação as relações ergonômicas envolvendo homem e máquina e foco na prevenção de acidentes de grandes proporções como os aéreos, navais, nucleares, químicos, etc. Na sua taxionomia Reason argumenta que todos os erros cometidos pelo ser humano têm a mesma natureza cognitiva, quer sejam eles erros médicos, judiciais, de manipulação de equipamentos, ou qualquer outro. Propôs, ainda, a diferença entre os erros cometidos pela inexistência de conhecimento e os erros que acontecem em condições de pleno domínio do conhecimento. Com essa diferenciação dos tipos de erros, o autor põe ênfase nos erros humanos decorrentes de automatismos, com baixo nível de consciência, e naqueles baseados em demanda de conhecimento, com níveis mais elevados de consciência.

A abordagem dada por Reason (2002) no seu modelo GEMS difere das tradicionais formas de ver os erros e encontrar culpados por sua ocorrência e constitui atualmente o paradigma ergonômico mais importante para o trato deste tema nas mais diversas situações. A bibliografia consultada sinaliza para a possibilidade de sua utilização nos processos de aprendizagem. Assim, este trabalho de pesquisa aborda a inclusão do modelo GEMS em ambientes hipermidiáticos para aprendizagem tratando de forma diferenciada os resultados que não resultam no esperado em virtude de insuficiência de conhecimento e aqueles que ocorrem em pleno domínio do conhecimento.

Nos processos tradicionais de ensino, onde ao aluno é oferecido um conteúdo programático secundado por um processo de avaliação, a qualificação dos erros, quando existe, é resultante do julgamento que

¹ *Generic Error Model System*

subjetivamente o professor faz da situação de ensino (PINTO 2000) e normalmente restringem-se a um problema específico. Porém, alterar essa prática para incorporar o erro como elemento constitutivo do próprio conhecimento, conforme preconiza o cognitivismo, implica na necessidade de conhecer suas especificidades. Isto é válido em todas as situações cotidianas de aprendizagem e também na forma tradicional de ensino escolar².

O cognitivismo, que põe em evidência o caráter epistemológico do erro humano, postula que não é suficiente identificar a sua ocorrência e propor suplementos aleatórios de conteúdo aos aprendizes, mas, para adotar as estratégias adequadas, é preciso ter condições de verificar a origem e a qualidade desses erros (AQUINO, 1997). O delineamento desse caráter qualitativo dos erros encontra-se exposto nos trabalhos de Norman (1988) e Rasmussen (1983), LePlat & Terssac (1990) e Reason (2002), os quais analisaram a sua ocorrência de acordo com a natureza das ações observáveis que lhe deram causa.

A presente pesquisa explora a possibilidade de utilização dessa natureza qualitativa dos erros humanos nos processos de aprendizagem em ambientes hipermidiáticos. A área de aplicação, eleita foi a da aprendizagem da parte da Geometria que trata de Superfícies Geométricas, tema de relevante importância para a prática profissional de Engenharia e Arquitetura.

1.2 Justificativas do trabalho

1.2.1 Envolvimento do pesquisador com o tema da pesquisa

O pesquisador atua desde 1975 junto à UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), no Departamento de Expressão Gráfica, ligado as disciplinas de Hipermídia, Métodos de Representação e Geometria, principalmente a Descritiva e a Projetiva. O seu envolvimento com o tema erro humano em ambientes hipermidiáticos acontece desde o ano de 1999 quando passou a atuar como pesquisador junto ao Laboratório de Hipermídia daquele Departamento, especificamente no desenvolvimento do ambiente de aprendizagem GEOMETRANDO, Caminhando no tempo com a Geometria.

² Aula presencial onde o professor conduz o processo de aprendizagem dos alunos que agem

Neste contexto foi desenvolvida a sua dissertação de Mestrado e os diversos artigos já publicados.

1.2.2 Os erros humanos e a aprendizagem

Na visão de Piaget (1994), um erro identificado, questionado e solucionado pode ser mais fecundo que um êxito imediato, de vez que a comparação da hipótese falsa e de suas conseqüências fornece condições do surgimento de novos conhecimentos. Os erros fazem parte do processo de aprendizagem de forma positiva, constituindo assim o próprio saber. Neste caso Piaget (1994) faz referência àqueles erros provenientes da falta (ou insuficiência) de conhecimento e não daqueles provenientes de enganos ocasionais ou de lapsos de memória, o que implica em estabelecer e utilizar essa diferença durante o processo de aprendizagem.

Os ambientes de aprendizagem mediada por computador representam, hoje, uma importante contribuição ao sistema formal de ensino, tanto presencial quanto à distância. Entretanto, no seu desenvolvimento, as metodologias exploram timidamente o contexto sócio-histórico-cultural, o que dificulta a utilização proativa do erro humano postulado pela ótica cognitivista. Essa constatação atinge diretamente os ambientes hipermediáticos que tratam da aprendizagem de Geometria. Mas a busca pelo conhecimento, como propósito dos processos de aprendizagem constitui, por fim, a justificativa maior, viabilizada, também, na contribuição que as tecnologias de comunicação e informação, no corpo dos ambientes hipermediáticos com tratamento de erros, podem oferecer (MORAN, 1994 e DEMO, 1996).

1.3 Estabelecimento do problema

Na busca por um método que promovesse uma aprendizagem mais eficiente, Ulbricht (1977) propôs um modelo de ambiente hipermediático para Geometria que utiliza cinco agentes pedagógicos acionados por mecanismos de inferência do sistema, com base no modelo do aluno. Nessa proposta, a elaboração do conteúdo pressupõe a confecção de cinco modalidades

diferenciadas de apresentação do mesmo tema. Entretanto, na implementação prática levada a efeito no projeto GEOMETRANDO (ULBRICHT, 2002), a previsível dificuldade na estruturação do conteúdo, pela equipe de especialistas, se mostrou potencializada. A demanda de tempo e de recursos hipermediáticos na confecção do material pedagógico não diminuiu a importância do modelo proposto, mas aguçou a necessidade do surgimento de formas diferentes para responder as questões centrais daquele trabalho, que são: “quando intervir? e com qual o conteúdo?”

Essas questões não são exclusivas dessa proposta, tomada como exemplo, mas estão na base de outros ambientes hipermediáticos de aprendizagem, especialmente os que foram pesquisados e que constam do capítulo cinco, sub-ítem 5.11. Esses ambientes cada qual à sua maneira, tentam de uma forma ou de outra respondê-las.

Em alguns ambientes os erros cometidos pelos alunos durante o processo de aprendizagem são utilizados apenas para acumular escores com a ilusão de que isso corresponde a um certo aprendizado. Em outros ambientes a intervenção para redirecionar o aprendizado, que se mostrou inconsistente, pressupõe duas condições claras: a situação de identificação da não aprendizagem e a existência de um conteúdo, a ser oferecido ao aluno, que seja específico àquela circunstância. É justamente no trato dessas duas questões que aparece o problema. A análise mostrou que a identificação dos erros não ocorre segundo um enquadramento em uma taxionomia de erros humanos reconhecida. Invariavelmente a qualificação dos erros cometidos é consequência do julgamento pessoal do *expert* na elaboração do conteúdo pedagógico que se limita a separá-los em erros graves e erros leves e isso não é suficiente. Os erros humanos que ocorrem durante o processo de aprendizagem, por sua dimensão de importância, merecem um olhar mais aprofundado e é nesse cenário que participam, nesta tese, os trabalhos desenvolvidos por Rasmussen (1983) Reason (2002) Norman (1987), Astolfi (1999), Leplat & Tersac (1990) e outros.

Se for identificada adequadamente a sua qualidade, os erros humanos podem constituir-se em instrumentos que possibilitam a prescrição mais

precisa de medidas adequadas, caso contrário o aprendizado fica prejudicado. A questão, portanto, ultrapassa a ação observável da resposta certa ou errada, mesmo quando essa resposta errada faça distinção entre erros leves ou graves e estabeleça relação com bibliotecas de erros.

1.4 Objetivos

Neste estudo foi definido o seguinte objetivo:

Propor um modelo que possibilite a adaptação do conteúdo pedagógico e navegação para aprendizes em ambientes hipermidiáticos de Geometria fundamentados pela teoria da Cognição Situada, baseado nos tipos de erros da taxionomia GEMS cometidos por eles durante suas atividades de aprendizagem.

Os Objetivos específicos deste trabalho compreenderão:

- Desenvolver um modelo que faça uso do tratamento de erros para oferecer aos aprendizes os conteúdos suplementares adequados aos seus níveis cognitivos.
- Contribuir para o estabelecimento de uma metodologia de planejamento de ambientes hipermídia de aprendizagem com tratamento de erros, baseados na teoria da Cognição situada.
- Contribuir para o estabelecimento de uma metodologia de planejamento de ambientes hipermídia de aprendizagem baseados na ocorrência de erros enquadrados na taxionomia GEMS proposta por Reason (2002) durante o processo de aprendizagem.
- Desenvolver um modelo que contribua na apreciação crítica do uso da taxionomia GENS em aprendizagem colaborativa.
- Ilustrar os objetivos acima através de exemplos na área de Geometria Descritiva.

1.5 Questão de pesquisa

A utilização da taxionomia GEMS, proposta por Reason (2002), em um ambiente hipermidiático fundamentado na teoria da Cognição Situada é

adequada ao diagnóstico do conhecimento do aprendiz a partir dos erros cometidos durante o processo de aprendizagem de Geometria?

1.6 Procedimentos metodológicos

A bibliografia existente evidencia a possibilidade de fazer convergir os temas como: erros humanos, ambientes hipermidiáticos e a teoria da Cognição Situada em uma proposta de construção de um modelo que permita estruturar o domínio do conhecimento bem como a arquitetura dos *softwares* voltados à aprendizagem. Para tanto, a metodologia utilizada prevê:

- Pesquisar nos ambientes de aprendizagem mediados por computador, que se ocupam do aprendizado de Geometria, a forma de abordagem dos erros identificados durante o processo bem como o tratamento dado a eles.
- Propor uma adaptação da taxionomia GEMS de erros humanos para ser empregada em processos de aprendizagem em ambiente hipermidiático suportado pela teoria da Cognição Situada.
- Propor um conjunto de diretrizes para formulação de questões e situações-problema que possibilitem, a partir das respostas emitidas pelos aprendizes, a identificação dos níveis de habilidades cognitivas em que os erros humanos ocorrem durante o processo de aprendizagem.
- Propor um conjunto de regras de organização do conteúdo do domínio de Superfícies Geométricas para ser utilizado no ambiente hipermídia pedagógica que utilize a taxionomia GEMS para tratamento de erros.

Em relação aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva e em relação aos procedimentos consiste na proposição de um modelo de ambiente hipermidiático de aprendizagem de Geometria.

1.7 Resultados esperados

A proposta de estudo, aqui defendida, se apóia na crença inicial de que os ambientes hipermidiáticos apoiadas no paradigma da Cognição Situada contribuem no processo de aprendizagem. Levado, esse pressuposto, aos ambientes adaptativos que potencializam a utilização das hipermídias clássicas

e acrescentando-se o papel epistemológico dos erros que são cometidos durante o processo de aprendizagem, espera-se:

- Contribuir com o desenvolvimento de ambientes hipermidiáticos apoiados no paradigma da cognição situada;
- Disponibilizar um modelo que favoreça tanto o aprendizado autônomo quanto o aprendizado interativo em Comunidades de Aprendizagem.
- Disponibilizar um modelo com identificação do erro humano, para viabilizar adaptações de conteúdo e navegação em ambientes hipermidiáticos de aprendizagem.
- Contribuir no aperfeiçoamento dos ambientes hipermidiáticos para o aprendizado de Geometria.

1.8 Limitações do trabalho

O presente trabalho se restringiu à utilização da taxionomia cognitivista GEMS de erros humanos, cometidos pelos aprendizes ao longo do processo de aprendizagem em ambientes hipermidiáticos, o que não invalida semelhante iniciativa para ambientes virtuais 'não hipermidiáticos'.

Este estudo adotou os pressupostos da teoria da Cognição Situada como base de sustentação teórica, mas estão abertas as possibilidades para a realização de semelhantes iniciativas utilizando outras teorias de aprendizagem.

O domínio do conhecimento, utilizado aqui, é o da Geração de Superfícies Geométricas, com as características do cumprimento de um papel programático específico ditado pelas políticas educacionais voltadas ao 3º grau nos cursos de Engenharia e Arquitetura e não foram analisadas as possibilidades de emprego em outros domínios.

1.9 Originalidade e não trivialidade

A teoria da Cognição Situada, que concebe o aprendizado pela atividade desenvolvida em ambiente sócio-cultural interativo, se constitui no apoio teórico mais indicado para abordar o tema 'erro humano' em ambientes hipermidiáticos pedagógica em função dos aspectos sociais que sustentam os paradigmas de

acerto e erro, bem como pela abrangência de temas que possibilita convergir. Essa teoria cognitiva, por ter sido concebida há pouco mais do que uma década, ainda não foi explorada em situações de aprendizagem de Geometria em ambientes hipermidiáticos. Outrossim, a pesquisa bibliográfica demonstrou que não há registros de abordagens anteriores dos diferentes tipos de erros humanos, caracterizados pela taxionomia cognitiva GEMS de Reason/Rasmussen, em ambientes hipermidiáticos de aprendizagem.

O presente trabalho não é trivial porque envolve a multidisciplinaridade dos campos de ciência como: o Cognitivismo, a Psicologia cognitiva ligada ao erro humano, a teoria pedagógica da Cognição Situada e as tecnologias de informação e comunicação (TIC's) aplicadas em ambientes hipermidiáticos de aprendizagem.

1.10 Relevância e contribuições do trabalho

O Conhecimento e a capacidade de aprendizagem de um indivíduo o leva a ter vantagem competitiva no mercado de trabalho. O desenvolvimento de instrumentos que facilitem essas condições é relevante para o desenvolvimento e progresso social. Outrossim, há uma expressa tendência do ensino tradicional de incorporar as vantagens proporcionadas pelo ensino à distância, favorecidos principalmente pela utilização de ambientes hipermidiáticos capazes de facilitar a aprendizagem pela personalização do conteúdo. A relevância deste trabalho está principalmente na possibilidade de vir a contribuir com a qualidade técnica desses ambientes através da apropriação de instrumentos que analisem e redirecionem o aprendizado a partir dos diferentes tipos de erros humanos qualificados segundo diretrizes da Psicologia Cognitiva.

1.11 Descrição dos capítulos

O capítulo um faz a apresentação do problema com as justificativas, os objetivos, a questão de pesquisa, e as limitações e a relevância do trabalho.

O capítulo 2 aborda a teoria da Cognição Situada, sua origem, aplicações nos processos de aprendizagem, ressaltando o papel das

comunidades de prática e seus aspectos colaborativos, como instrumentos de viabilização do emprego das tecnologias de comunicação e informações.

O terceiro capítulo aborda a visão sociológica de médio e longo prazo do ensino e da aprendizagem e as suas implicações dos processos de formação do cidadão competente e contextualizado. Aborda também o ensino à distância e sua relação com a teoria da Cognição Situada no trato da Geometria, bem como focaliza o papel da avaliação nos processos de ensino e aprendizagem.

O quarto capítulo trata da inserção da tecnologia na aprendizagem e seu importante papel no ensino à distância. Trata também dos ambientes hipermidiáticos utilizados no aprendizado de Geometria e seu potencial no Ensino à distância especialmente com a inserção da internet e dos conceitos de comunidades de aprendizagem.

O quinto capítulo aborda o erro humano a partir dos estudos desenvolvidos por Norman (1988), Rasmussen (1986), Reason (2002), Leplat & Terssac (1990) e outros pesquisadores que remetem a reflexão e análise dos erros segundo suas origens cognitivas. Nesse sentido é feita a abordagem do erro como desvio em relação a uma norma pré-estabelecida (ou instruções conhecidas) e sua relação com a aprendizagem desse conhecimento (prévio).

O sexto capítulo descreve a proposta de um modelo de ambiente hipermídia, fundamentado na teoria da Cognição Situada, que utiliza, de forma adaptada, a taxonomia Gems de erros humanos, proposta por Reason (2002), para a aprendizagem de Geometria.

O sétimo capítulo apresenta a simulação do ambiente de aprendizagem TEHCo no que se refere às situações de erro durante a aprendizagem.

Nas conclusões finais da tese são apresentados os resultados obtidos e são feitas as recomendações quanto à possibilidade de trabalhos futuros.

2- TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA

2.1 Introdução

Este capítulo busca discutir as principais características da Teoria da Cognição Situada, tomada como referencial teórico desta tese. São abordados, em especial, aspectos sócio-culturais do interacionismo sócio-histórico da linha psicológica soviética, envolvidos no processo de aprendizagem, tendo em vista que a Teoria da Cognição Situada mantém, com ela, importante identidade. Os aspectos sociais e suas relações com o aprendizado autônomo ou em grupo constituem a recorrência que permeia os diferentes temas aqui abordados.

Por fim, são discutidos os aspectos pertinentes às Comunidades de Prática e a aprendizagem colaborativa, como instrumentos de viabilização do emprego das Tecnologias de Informações e Comunicação (TIC), especialmente os ambientes hipermediáticos de aprendizagem.

2.2 O Conhecimento e a cognição humana

Para conceituar “conhecimento” é preciso mais do que entendê-lo como uma reestruturação cognitiva dependente da manipulação de informações pelo indivíduo. Crawford (1994, p.21) conceitua o conhecimento como “a capacidade de aplicar a informação a um trabalho ou a um resultado específico” e o considera descritível apenas parcialmente, pela via da informação, podendo ser operacionalizado pela ação. De forma complementar, Santos (2003, p.2), seguindo uma visão do conhecimento contextualizado, defende que a informação torna-se inútil sem o conhecimento do ser humano para aplicá-la de forma produtiva. Essa visão do conhecimento evidencia o seu vínculo com a atividade humana.

Ao abordar a comunicação e a cognição humana sob a ótica das interações sócio-culturais, Moran et al (2001) enfatizam que “conhecer” é relacionar, integrar, contextualizar, desvendar, é ir além da superfície, do previsível e da exterioridade para aprofundar os níveis de descoberta e penetrar mais fundo na realidade. Nessa direção, Demo (2000, p.129) vê o conhecimento como um “fenômeno tipicamente dialético, autêntica unidade de contrários, intrinsecamente contraditório, ainda que retire disso não só seus

problemas, mas igualmente sua ânsia de inovação" e considera que para o futuro a Sociedade do Conhecimento adotará providências estrategicamente mais direcionadas à política social do conhecimento. Por seu caráter pragmático, o conhecimento está relacionado com as experiências extraídas do mundo real, principalmente aquelas oriundas das relações sociais, enquanto que as informações, por suas relações, evidenciam seu caráter semântico.

Na busca pelo conhecimento, os indivíduos manifestam suas competências de formas diversas e em diferentes graus. Resulta daí que o conhecimento, que é produzido para reduzir ou superar incertezas, constitui o suporte às ações humanas.

2.3 O Cognitivismo

Para o Cognitivismo, que se ocupa de pesquisar como o indivíduo reage aos estímulos do ambiente de aprendizagem, qual a lógica que utiliza na organização das informações recebidas e como forma seus conceitos, a representação mental é de importância central. Ela pode ser entendida como uma forma de compreensão da situação, o que não deve ser confundido com conhecimento, posto que o antecede. Para Fialho (2001), as representações são construções circunstanciais feitas num contexto particular, com fins específicos, sendo, portanto, transitórias e referentes ao conjunto dos elementos da situação e do problema. Nesse contexto, o pressuposto central é o de que, para as pessoas, o mundo corresponde às representações mentais, ou imagens mentais que elas conseguem formar.

Sisto et al (2001), tratando das representações mentais em situações de aprendizagem, acrescentam que a psicologia cognitiva deu importante contribuição à compreensão dos processos de solução de problemas. Ao ler um problema ou ao ouvir um enunciado, o sujeito deve chegar a uma representação do mesmo que permita planejar a solução e dar a resposta. Ou seja, o aprendiz reproduz uma versão interna calcada na sua interpretação pessoal, fruto também da sua experiência com o objeto em foco.

Sob a ótica cognitivista, a aprendizagem corresponde a um processo mental que envolve o processamento de informações com a passagem da

memória de curto prazo para a de longo prazo. A aprendizagem, como um processo dinâmico que se situa na seqüência da experiência, proporciona uma modificação do comportamento relativamente estável no modo de pensar, sentir e agir do aprendiz.

Salvador et al (2000, p.241), abordando a aprendizagem como antecessora do conhecimento, defendem que "os teóricos da psicologia cognitiva, quando falam de aprendizagem, interessam-se pela mudança de conhecimento". A esse aspecto, Morin (2002) acrescenta que é necessário ensinar que todo conhecimento é tradução e reconstrução e Demo (2000) ressalta que a aprendizagem genuína começa, quando comparece o sujeito capaz de reconstruir a informação, saindo da posição receptiva apenas.

Focado nas relações sócio-culturais que intervêm na formação do conhecimento, Luckesi (2002) defende que a aprendizagem espontânea e informal ocorre nas múltiplas situações de vivência do cotidiano. Segundo ele, as pessoas aprendem na convivência com outras pessoas, na rua, nos passeios, em excursões, etc. Para atender a demanda do aprendizado, a questão central está na direção de como obter métodos mais eficazes de aprender mais e melhor. Com esse foco abre-se uma ampla possibilidade de discussão a respeito dos processos de aprendizagem e da formação do conhecimento à luz de diferentes pedagogias.

2.4 A teoria da Cognição Situada

A Cognição situada é uma corrente de pensamento que busca conhecer, compreender e explicar os fundamentos do comportamento humano através de estudos realizados em diversos campos do conhecimento, como: tratamento de informação, resolução de problemas, tomada de decisão, compreensão e compartilhamento de conhecimentos, dentre outros. Ela estuda o relacionamento entre os agentes (humanos ou informáticos) e os elementos da situação (os objetos presentes no ambiente, incluindo as informações disponíveis) (SANTOS, 2004). Para compreender a teoria da Cognição Situada é preciso confrontar as suas características com aquelas das principais teorias psicológicas de aprendizagem.

Tradicionalmente, as ciências cognitivas tratam a cognição humana como algo delineado no âmbito interno da mente do indivíduo, dedicando pouca atenção ao contexto e esse é o ponto de partida. O Cognitivismo considera o ser humano como um dispositivo de tratamento e estocagem de informações vindas do meio, porém fechado em si e sem motivação.

A teoria da Cognição Situada permeia as diversas teorias de aprendizagem estabelecendo com elas um diálogo de mínimos conflitos em função da orientação social que adota. A sua contribuição principal está na possibilidade da formulação de um novo paradigma que permite rever e ampliar a concepção clássica da ação humana, principalmente em relação ao cognitivismo ortodoxo.

2.5 As Representações mentais do Cognitivismo

Para a visão de Gaonach (1995, p.41) “Aprender é forjar uma representação estruturada do conjunto de sinais que caracterizam uma situação e identificar os itens pertinentes”. Esse ponto de vista se coaduna com o cognitivismo que considera a estrutura cognitiva dos indivíduos de forma semelhante à de um computador que armazena representações e as utiliza, segundo critérios sintáticos e, em decorrência disso, o sujeito constrói uma representação global da situação sobre a qual são elaborados os planos de comportamento. O estudo da representação mental, ou dos modelos mentais passa a ser o ponto central dessa abordagem (SANTOS, 2004). Neste sentido, portanto, a cognição corresponde a um processamento interno de informações que ocorre por meio das transformações das representações.

No sócio-interacionismo vygotskyano, o processo cognitivo do indivíduo se efetiva por meio de uma construção ativa a partir das próprias experiências vividas na realidade do convívio em sociedade que ocorrem conceitualmente na zona de desenvolvimento proximal. O significado é desenvolvido com base nessas experiências que permitem a construção interna de uma representação do conhecimento (VYGOTSKY et all, 2003). Esta teoria atribui elevado grau de importância à linguagem, responsável pela estruturação e pela explicitação do pensamento e, também, pelo compartilhamento de diferentes perspectivas nos

processos da comunicação humana.

O sócio-interacionismo enfatiza que os processos envolvidos na aprendizagem adquirem importância maior do que o próprio conhecimento. Não obstante, para Vygotsky, a ação é considerada como fundamental no processo de aprendizagem pois "o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais" (MOREIRA, 1999, p. 90).

O papel que exerce a linguagem na comunicação social entre os indivíduos durante o processo de aprendizagem fica evidenciado com a contribuição que Santos (1997, p.49) propõe ao afirmar que a compreensão resulta do nível de interação que "os indivíduos conseguem estabelecer entre o verbal e o não verbal, entre a palavra e o afetivo-emocional que flui nessa interação". Ou seja, na teoria Vygotskyana, o conhecimento é construído pela interação efetiva com o mundo objetivo onde o social constitui o principal fator de desenvolvimento, adicionando um novo fator às representações mentais.

Os questionamentos relativos aos modelos de representação mental, surgidas na década de setenta por Maturana e Varela (1995), cujo propósito buscava explicar o nascimento da consciência humana a partir das interações sociais e não somente da estrutura biológica, deram corpo ao argumento de que o conhecimento necessariamente é produto da interação dinâmica com a realidade. Maturana e Varela (1995), vêem a cognição como ação efetiva, onde cada ação é prova de cognição implicando no entendimento de que todo conhecer é um fazer no sentido de existir sempre uma ação ligada às operações mentais.

2.6 A teoria da Atividade de Leontiev

Paralelamente aos postulados de Vygotsky e para justificar sua consistência, Alexis Leontiev propôs a teoria da Atividade (TA), motivado pela busca por uma psicologia alinhada com a filosofia marxista após a revolução russa de 1917. Essa teoria se baseou, inicialmente, na crença de que o trabalho assumia um papel fundamental no processo histórico da evolução das funções mentais. Ela reúne um conjunto de princípios que dão suporte ao sistema de conceituação geral, onde a unidade básica de análise é a atividade

humana e toda atividade é composta de ações e operações onde participar de uma atividade é, efetivamente realizar ações com objetivos definidos. Essa atividade, para Leontiev, é subdividida em interna e externa e a distinção entre atividade, ação e operação se tornou a base do seu modelo de atividade. (ENGESTRÖM, 2003).

A tradicional noção de processos mentais, na teoria de Leontiev, corresponde às atividades internas, as quais não podem ser entendidas se forem analisadas separadamente e de forma isolada das atividades externas, porque existe entre elas uma mutua transformação (LEONTIEV, 2003). O uso tanto das ferramentas quanto do meio para acumular e transmitir conhecimento social influencia a natureza não só do comportamento externo mas também do funcionamento mental dos indivíduos. A relação entre "agente humano" e 'objeto do ambiente', por sua vez, é mediada pelos instrumentos culturais, ferramentas e signos (BANNON, 2003). O entendimento de Leontiev sobre a atividade é que ela é fundamentalmente uma relação voluntária de interação entre sujeitos intencionais, motivados, fortemente determinados pelo seu contexto social e pelos objetos (materiais ou simbólicos) que eles querem adquirir e/ou transformar (CERRATO e BELISLE, 1996).

A teoria da Atividade, de Leontiev, coloca ênfase na interação dos fatores sociais (entre agentes e seus ambientes), esclarecendo a razão pela qual o princípio de ferramenta mediadora tem um papel central em sua abordagem. A experiência é acumulada nas propriedades estruturais dessas ferramentas assim como no conhecimento de como essas ferramentas podem ser usadas, já que elas são criadas e transformadas durante o desenvolvimento das próprias atividades. Por essas características a TA permitiu uma nova visão da aprendizagem humana, desta feita não somente sob a ótica cognitivista das representações mentais, mas incorporando as interações com o contexto social. A posição de Leontiev, não alinhada aos modelos reducionistas e focada nos mediadores, serviu como um dos pontos de partida para a proposta da teoria da Cognição Situada, tanto que Clancey (1995) considera que as atividades resultam do conjunto de normas sociais.

2.7 Origens da teoria da Cognição Situada

O termo Cognição Situada foi cunhado pela antropóloga e pesquisadora Jean Lave (1988) para descrever o processo cognitivo como um fenômeno não apenas psicológico, mas decorrente de relações entre a ação (interna e externa) e o ambiente socio-cultural (e emocional) identificado, caracterizado e reconhecido pelos indivíduos. Lave (1988) divide o pioneirismo da pesquisa nessa área com Hutchins (2000) e Suchman (1987), dentre outros.

Brill (2001), historiando a Teoria da Cognição Situada, comenta que as suas raízes se aprofundam na sociologia, ciências cognitivas e na antropologia, mas enfatiza que esta teoria representa um deslocamento em relação às principais teorias de aprendizagem de foco psicológico tradicionais mecanicista e individualista, e move-se para perspectivas de aprendizagem emergente do social, na direção da psicologia soviética. Daí surgem as noções de aquisição do conhecimento e das habilidades da aprendizagem consentâneas com a maneira como os aprendizes usam esse conhecimento na vida real. A aprendizagem nessa abordagem, resulta de atividades contextualizadas, visto que os esquemas mentais, suportados pelo cognitivismo, deixam de ser absolutamente individuais para incorporarem feições coletivas. Nesta direção, Clancey (1995) dá uma importante contribuição ao interpretar a cognição a partir de aspectos distintos, como o funcional, o estrutural e o comportamental.

2.7.1 Ação Situada

Suchman (1987), através de seu trabalho sobre a ação situada, propôs uma alternativa ao cognitivismo que considera o homem como processador de informações. Seguindo por uma linha antropológica de raciocínio, considerou que os planos e as representações mentais ocupam um lugar menos importante na explicação e no tratamento do comportamento humano, diferentemente do que defende o cognitivismo, e afirma que a ação situada se baseia na descritibilidade racional das ações práticas. De acordo com a sua proposta, a forma de desenvolvimento das ações está ligada às circunstâncias materiais e sociais, na direção da teoria da Atividade.

Dentro da perspectiva da ação situada, a ação não pode ser interpretada

senão por uma relação com os dados da situação referenciada a um contexto que envolve um conjunto de valores levados em conta pelos parâmetros que descrevem o estado do mundo físico em um momento dado, mas também mais largamente incluindo a história social na qual se inscreve o agente. Na mesma direção, Brown, Collins e Duguid (1989) acrescentam que as atividades autênticas de um domínio são moldadas pela cultura onde se inserem e elas podem ser conceituadas a partir de suas práticas ordinárias. Assim a ação é determinada pelas variáveis da situação que estão em permanente mutação.

2.7.2 O foco antropológico da aprendizagem, segundo Jean Lave

Lave (1988) pesquisou os mecanismos que as pessoas utilizavam para adquirir os seus conhecimentos nas atividades quotidianas, em oposição às condições abstratas que ocorrem em laboratórios e em salas de aula, e verificou que a transposição de conhecimentos para a solução de problemas semelhantes eram mais bem sucedidas no primeiro caso. Isto deu força ao seu argumento de que o aprendizado sempre ocorre em função da atividade, do contexto e da cultura no qual acontece ou se situa, e toda a ação é improvisada no interior de um campo de significações organizadas socialmente. Reforçando a descrição do campo de atuação da Cognição Situada, Hutchins (2000) prescreve que as pesquisas em situações reais dizem respeito a locais como supermercados, bares, livrarias, navios, aviões, etc., onde se procura analisar como os objetos e o ambiente físico e espacial servem de suporte informacional à atividade cognitiva.

Tratando de exemplificar a cognição situada e reforçando o traço metodológico deste estudo, Lave (1988) mostra que as atividades de raciocínio aritmético das pessoas não seguem regras matemáticas universais. Esse raciocínio expõe sistematicamente a relação entre aplicações práticas em tarefas aritméticas e a estruturação conceitual ancorada nos condicionantes sócio-culturais. Relativamente a essa linha diretriz, Carraher et al (1989) tecem comentários a respeito das observações feitas em pesquisas com crianças brasileiras que vendiam água de côco nas ruas. Os pesquisadores verificaram que elas eram capazes de fazer, sem dificuldades, as contas para determinar o

preço e o troco de retorno para a venda de diversas frutas. Estas mesmas crianças, entretanto, não eram capazes de resolver os mesmos problemas quando retiradas do contexto das ruas e confrontadas com os formulários convencionais de problemas de matemática. Com isso Lave (1988) reforçou o argumento de que a aprendizagem contextualizada contrasta com o que normalmente acontece nas salas de aula do ensino formal, onde o aluno se envolve com atividades abstratas. A noção central de seu argumento é que a aprendizagem é inerentemente de natureza social e que o mundo real, como contexto de aprendizagem, é o ambiente mais propício ao aprendizado, tal como o exposto no relato dos resultados apresentados pelos meninos vendedores de cocos, que tinham na rua a sua comunidade de prática.

Assim, essa teoria considera o conhecimento como inseparável das atividades e do contexto físico e social que lhe deu causa e assume a existência de múltiplas perspectivas do indivíduo ver o mundo que o cerca, que são, antes de tudo, modeladas pelas relações que ele estabelece com o seu meio social (situado). Em outras palavras, a forma de obtenção de determinado conhecimento e a situação na qual ele se desenvolveu, tornam-se partes estruturais desse conhecimento. Nessa ótica, o conhecimento que o indivíduo obtém em suas relações sócio-interativas mediadas pelos objetos deixa de ser individual para incorporar o coletivo e o meio. Ou seja, a situação co-produz o conhecimento (BROWN, COLLINS e DUGUID, 1989).

Lave (1988) acrescenta que a cognição é o verdadeiro fenômeno social, num processo que se vale do estabelecimento de coordenações consensuais de ações por parte dos envolvidos. Neste caso, os relatos e as descrições feitas pelos demais membros do grupo são apropriados pelo indivíduo como se fossem algo de seu. Decorre disso uma outra confluência com o pensamento de Maturana e Varela (1995), onde o gênero humano nasce no âmbito do domínio lingüístico definido por sua filogenia e onde a linguagem possibilita a assimilação de um novo padrão estrutural.

Para Brown, Collins e Duguid (1989), atividades, conceitos e cultura guardam tal interdependência que nenhuma pode ser inteiramente compreendida sem as outras duas. Para eles, dentro das argumentações sobre

a importância da ancoragem dos conceitos na realidade, e focando o papel da linguagem e da comunicação, é possível constatar que as palavras são sempre contextualizadas porque tiram do contexto o seu sentido. Daí porque as atividades cognitivas resultantes dos processos de aprendizagem só podem ser explanadas quando relacionadas ao contexto, o que torna possível demonstrar que aprendizagem e cognição são fundamentalmente situadas.

Clancey (1995) acrescenta uma visão complementar à aprendizagem situada, considerando-a um estudo sobre como o conhecimento dos indivíduos se desenvolve no curso das atividades, e especialmente como as pessoas criam, interpretam e se manifestam acerca daquilo que estão fazendo. Ele ilustra a aprendizagem situada como sendo tradutora natural da forma quotidiana das pessoas agirem e descreverem os seus atos.

2.8 Princípios da Cognição e Aprendizagem Situadas

O termo situada tem o significado intrínseco de que a visão da atividade cognitiva do indivíduo é formada pela tríade indivíduo-tarefa-contexto onde os indivíduos interagem socialmente nas tarefas de construção do saber. Rézeau (2001) sintetiza afirmando que a aprendizagem é um fenômeno situado resultante de um processo progressivo de participação numa comunidade de prática. Em outras palavras, a aprendizagem que acontece no indivíduo é fruto de uma construção sócio-interativa intra e interpessoal.

Embasa o conceito de Cognição Situada o argumento de que uma cultura é menos uma acumulação de informações e mais um conjunto de conhecimentos entrelaçados que favorecem a incorporação de novos saberes. Para Lave (2003) a aprendizagem situada está apoiada em dois princípios:

- 1) O conhecimento precisa ser apresentado e aprendido em um contexto autêntico, isso é, com os elementos e aplicações que naturalmente envolveriam esse conhecimento.
- 2) Aprendizagem requer interação social e colaboração.

Na visão de Brown, Collins e Duguid (1989) a aprendizagem situada enfatiza os seguintes aspectos:

- 1) Observação de pessoas mais habilidosas;
- 2) Culturamento pela linguagem em tarefas;
- 3) Explicitação (papel da linguagem) do tácito;
- 4) Introeção dos termos e significados com seus respectivos valores associados às ações de quem está realizando;
- 5) Aprender fazendo;
- 6) Deixar os aprendizes fazerem e expressarem o que estão fazendo para que a regulação se dê pelo grupo;
- 7) Permitir que a habilidade na solução de um problema seja individual mas que nasça do grupo;

Essas peculiaridades fortalecem a crença de que o aprendizado é melhor quando ocorre no meio social e cujos meios de obtê-lo, segundo a tabela 2.1, são diferentes dos métodos tradicionais

Tabela 2.1: Comparação entre aprendizagem situada e tradicional

APRENDIZAGEM TRADICIONAL	APRENDIZAGEM SITUADA
<ul style="list-style-type: none"> • Fora do local de trabalho • Separada do trabalho, i. é, não no momento em que se necessita de conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No local de trabalho; • Integrada ao trabalho; • Sobre demanda, no momento necessário; • Pode ser feita a distância;
<ul style="list-style-type: none"> • Formação em grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • Formação individualizada e flexível, em que cada um aprende a seu próprio ritmo.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem passiva, geralmente considerada pouco eficaz (devido ao esquecimento). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem muito interativa e visual, considerada como mais eficaz.
<ul style="list-style-type: none"> • Pouco informatizada. 	<p>Amplamente suportada pela informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente informatizado de educação; • Formação assistida por computador; • Simulador; • Sistemas de apoio à tarefa; • Interfaces multimídia; • Via <i>web</i>;
<ul style="list-style-type: none"> • Abordagem linear. 	<p>Abordagem não linear</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hyperlinks</i> nos documentos digitais; • Estrutura não linear nos documentos de papel.

Fonte: Ergonet: [http:// Webensino.Ufsc.br](http://Webensino.Ufsc.br) adaptado de www.cours.polymtl.ca/ind6406

As interações entre pessoas e objetos do ambiente, acima listadas, são necessárias para que o conhecimento obtido a partir delas possa ser

compartilhado e distribuído.

A reestruturação do conhecimento, segundo Lave e Wenger (1998) ocorre pelas múltiplas atividades interconectadas das demandas situacionais. Assim a Cognição Situada se tornou o denominador comum de diversas abordagens situadas que se desenvolveram paralelamente, como aqueles da Ação Situada de Suchman (1987), das comunidades de Prática de Wenger (1998) e da cognição Distribuída de Hutchins (1991), propondo uma forma diferente de abordar a interação entre corpo, mente, e ambiente. Por isso, Brown, Collins e Duguid (1989) são enfáticos em defender que é essencialmente essa interação que leva à aprendizagem e citam algumas das vantagens da abordagem da cognição contextualizada:

- 1) Através do relacionamento de contextos específicos a conhecimentos que devem ser aprendidos, os alunos passam a conhecer condições sob as quais estes conhecimentos podem ser aplicados;
- 2) A contextualização faz com que o conhecimento adquirido seja mais prático.

A dinâmica da Cognição Situada representa um novo arsenal de recursos para implementação dos processos de abertura e integração da sala de aula na direção das comunidades de prática, quer através da aproximação do conhecimento da escola aos espaços profissionais, quer pela possibilidade de concepção de modelos de aprendizagem colaborativos baseado nas inovações tecnológicas. A respeito disso, a Cognição Situada abrange diretamente o domínio do ensino/aprendizagem e o domínio da Inteligência artificial.

2.9 A Cognição Distribuída

Edwin Hutchins partiu de estudos sobre a navegação marítima para forjar o conceito de Cognição Distribuída. Ele demonstrou as interações complexas que ocorrem no ambiente que envolve humanos, máquinas e objetos existentes nos sistemas de orientação dos navios. O grupo, o ambiente de aprendizagem e o contexto social no qual está inserido esse grupo, circunscrevem a abordagem da Cognição Distribuída.

A cognição Distribuída forma um único corpo com a Cognição Situada, complementando-se pela ação, na busca do aprendizado contextualizado. O enfoque da Cognição Distribuída, tanto quanto da Cognição Situada, se opõe, em parte, a um cognitivismo voltado ao indivíduo onde o cérebro é o ponto central do sistema de tratamento da informação (RÉZEAU, 2001), abordado anteriormente, e se alinha ao pressuposto de que esse conhecimento encontra-se distribuído entre as pessoas, objetos e tudo aquilo que compõe o físico e simbólico do meio. A noção de distribuição como ferramenta cognitiva implica em levar em conta simultaneamente o conjunto de parâmetros que compõe o contexto de aprendizagem. Enquanto essa dimensão cultural da cognição é amplamente defendida por Hutchins (2000), Rézeau (2001) encontra dificuldades para estabelecer uma clara distinção entre os paradigmas da cognição distribuída e contextualizada com aqueles propostos por Leontiev e Vygotsky, considerando-os, mesmo, alinhados.

Para Hutchins (2000) a Cognição socialmente Distribuída, que se apóia na aprendizagem cooperativa e colaborativa e que somente se justifica na presença do grupo, unifica naturalmente o social e o cognitivo num processo circular complexo. A propagação do conhecimento, entre os diferentes indivíduos, se justifica pelo princípio de que há uma inteligência coletiva, distribuída entre os membros do grupo, onde a cognição compartilhada e a colaboração são interdependentes.

Na cognição distribuída participam os indivíduos atrelados a um programa de cooperação e de compartilhamento de informações na direção de um fim comum, que para Hutchins (2000) se caracteriza em termos da representações das tarefas a serem realizadas. Trata-se, portanto, de construir a equação da tarefa a ser executada, por meio desse processo onde prevalece a necessidade da comunicação intensa entre os indivíduos como forma de garantir que o projeto coletivo chegue a bom termo.

Lave (1988), procurando estabelecer as diferenças entre a cognição contextualizada e distribuída, propõe para a Cognição Situada as seguintes características:

- 1) Aprendizagem ocorre em função da atividade, contexto, cultura e ambiente social na qual esta inserida.
- 2) Interação social e colaboração são componentes críticos para aprendizagem (comunidade de prática).

Lave (1988) propõe, para a Cognição Distribuída, as seguintes características:

- 1) Interação entre indivíduo, ambiente e artefatos culturais.
- 2) Ensino recíproco.
- 3) Importante papel da tecnologia.

Do ponto de vista da distribuição a cognição e a inteligência não pertencem a um indivíduo mas são a resultante de suas interações com o ambiente. Isto implica em admitir que um dispositivo de aprendizagem, sobretudo se ele se diz inteligente, deve incluir o conjunto do contexto. (REZEAU, 2001).

A teoria da Cognição Distribuída e aquela da Atividade insistem nos objetivos da ação consciente que dá sentido à atividade humana e que deixa um lugar relativamente importante à improvisação do aprendiz. A Cognição é socialmente distribuída quando evidencia a influência da comunidade sobre a cognição humana, isto é, sobre a maneira de formular os problemas, de abordá-los e de resolvê-los. Isso inclui a inserção da questão histórica e da tradição cultural distribuída entre os agentes (humanos ou artificiais) e elementos da situação presentes no ambiente, incluindo a informação sobre os dispositivos de controle, os documentos de papel, os lembretes, etc (SANTOS, 2004).

A Cognição Situada e a Cognição Distribuída, por fim, formam um sistema cognitivo composto que se ocupa da estrutura do conhecimento e suas transformações, oferecendo um quadro teórico e uma proposta metodológica que permite estabelecer conceitos e analisar situações complexas nas quais os indivíduos interagem com o meio e com os artefatos tecnológicos e onde qualquer indivíduo componente do grupo pode incrementar o seu conhecimento fazendo uso da ajuda de quem sabe mais. A consequência subjacente é o questionamento que ela impõe ao ensino convencional que enfoca os alunos segundo um modelo padrão pré-determinado e para o qual o

que vale é a homogeneidade do conteúdo que possibilita a medição do desempenho para validar a aprovação.

2.10 As TIC's frente à Cognição Situada e Distribuída

No que se refere a utilização das TIC's (Tecnologias de Comunicação e Informação) nos processos de aprendizagem, o paradigma da Cognição Distribuída permite situar os *softwares* educacionais como potencial ferramenta cognitiva, mas em oposição aos condutistas apenas centrados nas concepções de ensino estimulado, ou onde o computador assume um papel de máquina neutra que não influi na aprendizagem. Este paradigma permite que o ambiente medie o pensamento como uma ferramenta cognitiva.

As ferramentas baseadas nas tecnologias de comunicação e informação facilitam a interação e a cooperação em uma Comunidade de Prática e possibilitam a negociação de significados durante os processos de comunicação. Elas podem, dar ao computador a função de ator nas inteligências coletivas (REZEAU, 2001).

2.11 Comunidades de prática

Lave e Wenger (1991) estenderam o trabalho de Cognição Situada para um construto melhor formalizado chamado de Comunidade de Prática, concebida em torno da atividade. Essas comunidades, que constituem o tecido social da aprendizagem (WENGER, 1998), estão mais direcionadas ao conteúdo do que à forma e assumem que a aprendizagem é uma questão essencialmente ligada ao fato de pertencer e participar. Lave & Wenger (1991) consideram a aprendizagem na comunidade de prática, um fenômeno situado, onde, além de estar inserida em um contexto de atividade, é necessário que esse contexto seja 'sócio-cultural'.

O conceito de comunidade de Prática foi construído justamente em torno da atividade, onde um grupo de indivíduos com interesses comuns em um dado domínio, compartilham práticas mutuamente negociadas, crenças, compreensões, opiniões, valores e comportamentos. Esse compartilhamento que leva ao conhecimento se dá segundo o "caminho do novato". Ou seja,

movendo-se da periferia desta comunidade para seu centro na medida em que adquire maior conhecimento e tornando-se cada vez mais ativo e acoplado à cultura. O membro mais antigo, nesta forma de ver a inserção no grupo, é supostamente o perito que se encontra no centro.

O companheirismo cognitivo que se desenvolve na comunidade de prática postula que o experto deve explicitar seu saber pelo vetor da conversação reflexiva, meio natural de interação social, a fim de tornar o objeto de aprendizagem visível ao novato (REZEAU, 2001). Ou seja, os aprendizes trocam informações a respeito de suas compreensões com os seus colegas e assim desenvolvem uma aprendizagem compartilhada. A mudança da concepção de conhecimento fechado para conhecimento aberto, em um indivíduo, acontece frente a uma situação de aprendizagem colaborativa em comunidade de prática, porque a parte dos conhecimentos declarativos que cada membro do grupo possui é compartilhada com os demais pela via da conversação, do questionamento produtivo, da compreensão e da interpretação conjunta.

Wenger (1998) considera que a questão essencial para o aprendiz é sentir-se participante e exercer essa participação. Assim a comunidade torna-se ativa como grupo de pessoas que interagem, aprendem conjuntamente, constroem relações e desenvolvem um sentido de engajamento. Mas a idéia de comunidade não implica necessariamente na homogeneidade de seus participantes. De acordo com Wenger (1998), para que a aprendizagem ocorra a partir da experiência em atividades práticas compartilhadas, a comunidade precisa estar apta a ajudar os participantes a criar infra-estruturas de engajamento que devem incluir mutualidade, competência e continuidade. Neste sentido Lave e Wenger (1991) consideram que as comunidades não precisam necessariamente compartilhar sempre e somente o mesmo espaço físico ou o mesmo grupo social, mas antes manterem o vínculo pelas tarefas similares que realizam e pelos mesmos símbolos e recursos que compartilham. Isto porque, nas comunidades de prática, as demandas situacionais regem as interações que proporcionam o compartilhamento e a distribuição do conhecimento.

As comunidades de Prática, segundo Brill (2001) são dinâmicas e consideradas como elemento crítico da visão sociológica da aprendizagem. Clancey (1995), por sua vez, considera que a aprendizagem situada ocorre necessariamente em comunidades de Prática, e sumariza estabelecendo duas diretrizes para a sua compreensão:

- 1) O conhecimento provém da habilidade de participar em uma comunidade de Prática.
- 2) Aprender é realmente tornar-se membro de uma comunidade de prática.

Exemplo de comunidades de prática dedicadas à aprendizagem escolar foi apresentado por Brown & Campione (1994). Nessa proposta de comunidade de aprendizagem foram incorporados ao ambiente os preceitos do envolvimento de alunos e professores em interações conduzidas por diferentes técnicas que enfatizam o compartilhamento de interesses, conhecimentos e objetivos comuns. Os resultados positivos, segundo os autores, deveram-se ao fato que os estudantes ficaram na posição de projetistas e avaliadores de seu próprio aprendizado, com altos interesses meta-cognitivos, comprovando a eficácia da aprendizagem nesse tipo de ambiente.

2.12 Aprendizagem Cooperativa e Colaborativa

A aprendizagem cooperativa se apóia na perspectivas de coesão entre os componentes de um grupo social, na forma de uma técnica de aprendizagem onde os estudantes trabalham em equipe com sentido de união de grupo e se ajudam mutuamente na aquisição de um conhecimento sobre um dado conteúdo.

O método aprendizagem cooperativa é um conjunto de técnicas de trabalho em grupo caracterizadas fortemente pela existência de um objetivo desafiante comum que pode ser constituído de problemas complexos cuja solução é perseguida, compartilhada, discutida e negociada pelos membros do grupo que buscam dar-lhe um sentido de utilidade. Este método se caracteriza mais pela mediação social do que pela mediação tecnológica ou pela mediação do professor, e constitui uma modalidade que agrupa variadas práticas de atuação

combinadas com diferentes orientações teóricas e técnicas. Segundo Amaral (2002) a cooperação se realiza pela divisão do trabalho entre participantes, como uma atividade em que cada indivíduo é responsável por uma porção da resolução do problema.

As teorias psicológicas que contribuem para o entendimento da aprendizagem cooperativa têm em comum o fato de assumirem que indivíduos são agentes ativos, na busca do conhecimento dentro de um contexto significativo (SANTORO et all, 1998). A interação e a comunicação, possibilitadas pelo contexto são peças importantes na dialética da aquisição da aprendeizagem, implicando no aumento e não na perda da responsabilidade individual. Prova disso é que a maioria das pessoas recorda experiências coletivas quando questionadas sobre a situação onde tenha ocorrido a aprendizagem, comprovando que ela é simultaneamente um fenômeno privado e social (AMARAL, 2002).

Há, na bibliografia consultada, uma certa imprecisão quanto à distinção entre os termos cooperativo e colaborativo. Segundo Dillenbourg (1994), os termos 'cooperação' e 'colaboração' são freqüentemente utilizados com mesmo sentido. Entretanto, "alguns investigadores, diferenciam os termos pela forma como a atividade é executada no grupo" (AMARAL, 2002, p.46). Santoro et all (2004) conceituam a aprendizagem cooperativa como uma técnica através da qual os professores e estudantes, que estão engajados na aquisição de habilidades, categorização, planejamento conjunto e tarefas que requerem construção de memória coletiva se ajudam atuando como parceiros. A diferença está na forma de realização da atividade, sendo a cooperação realizada pela divisão do trabalho entre participantes como uma atividade em que cada pessoa é responsável por uma porção da resolução do problema. A Colaboração tem sua identidade no engajamento mútuo dos participantes em um esforço coordenado para juntos resolverem o problema. Para Amaral (2002, p. 23) a aprendizagem cooperativa ocorre quando o processo é imposto e existe uma certa ordenação nas tarefas e a colaborativa, quando os elementos possuem uma meta em comum e não existe uma hierarquia. Distante das imprecisões conceituais há um consenso de que cooperação e

colaboração não são mutuamente exclusivas. Ambas, portanto, ocorrem concomitantemente nos ambientes interativos das comunidades de Prática.

A colaboração é uma estratégia de aprendizagem baseada no aprendizado compartilhado e nas teorias apoiadas nos aspectos sócio-culturais. Ela se caracteriza pelo engajamento coordenado dos componentes para a solução conjunta do problema comum (DILLEMBOURG & SCHNEIDER, 1995). Nela há o pressuposto da existência de esforços pessoais na realização de trabalhos em grupo e do respeito às diferenças individuais. Tanto de forma presencial quanto através do uso dos meios eletrônicos, onde os membros oferecem e aceitam contribuições, ela possibilita o compartilhamento de conquistas e descobertas, bem como a troca de idéias e a tomada de decisões.

Resumindo, a colaboração caracteriza-se pela participação mútua dos atores, num esforço coordenado, para juntos resolverem o problema. Na cooperação, a tarefa é dividida hierarquicamente em sub-tarefas independentes. Porém, a diferença não reside em termos da divisão da tarefa, mas na forma de como a divisão é feita. Na colaboração, o processo cognitivo pode ser dividido em camadas entrelaçadas (AMARAL, 2002) e os resultados positivos ocorrem porque há o envolvimento de ações. Nessas ações o indivíduo precisa explicar o que pensa aos demais membros do grupo, tendo a oportunidade de verbalizar e elaborar o seu próprio conhecimento, realizando não somente o seu próprio aprendizado como auxiliando no aprendizado dos seus colegas (SANTOS, 2004). Ou seja, é o conflito daquilo em que acreditam, com aquilo com que se confrontam (AMARAL, 2002). O aprender compartilhando acontece nas situações problema onde os membros do grupo só realizam seus objetivos pessoais, se o grupo inteiro obtiver sucesso.

Nas atividades colaborativas cada participante reconhece a existência do grupo do qual ele faz parte e o grupo (composto pelos demais indivíduos) reconhece a existência desse indivíduo. Ou seja, cada pessoa do grupo tem a consciência de que existem muitos outros indivíduos caracterizados e reconhecíveis, sendo cada um deles essencial e único em importância para o grupo. Os integrantes do grupo têm a dupla responsabilidade de desenvolverem-se e de auxiliar os demais membros do grupo a alcançarem o

aprendizado respeitando as respectivas individualidades.

As necessidades individuais que ocorrem durante o processo de aprendizagem são supridas a partir da ajuda que ocorre entre parceiros que, fortalecidos pela idéia de união do grupo, importam-se uns com os outros. Por isso Dillembourg & Schneider (1995) defendem a colaboração como estratégia de aprendizagem em função dos resultados positivos alcançados durante o processo, principalmente naqueles que envolvem ações em que um aprendiz precisa explicar o que pensa ao seu parceiro criando a oportunidade do *feedbeack* imediato.

Lave e Wenger (1991) deram à colaboração o contorno de uma atividade síncrona coordenada que resulta de tentativas ininterruptas dos indivíduos de construir e de manterem uma concepção compartilhada do problema. Contrariamente a cooperação onde as tarefas confiadas aos participantes são independentes, a colaboração implica numa ação conjunta sobre o mesmo objeto. A colaboração envolve engajamentos e motivações cujo resultado, de alguma maneira, faz crer que o todo é maior que a soma das partes individuais e que aprender em ambiente colaborativo resulta em ganhos superiores à aprendizagem individual. Essas características estabelecem e justificam a relação de interdependência entre a colaboração e a teoria da Cognição Situada adotada neste trabalho.

2.13 Conclusão

O conhecimento e a ação humana que ele possibilita são os verdadeiros patrimônios agregadores de valor às sociedades voltadas para o futuro e reconhecidos vetores de riqueza. Como a finalidade primeira da educação é o bem estar social com justiça e igualdade, as escolas, no contexto da sociedade da informação, serão obrigadas no futuro a gerirem eficientemente o conhecimento e a informação (AMARAL, 2002). Assim direcionado este capítulo buscou explorar as questões relativas à informação e comunicação voltadas ao processo de aprendizagem, principalmente sob as condições preconizadas teoria da Cognição Situada e discutir o seu papel no processo de formação de saberes úteis ao cidadão.

Na busca de uma síntese, e com base nos trabalhos de Lave (1988), Hutchins (2000), Suchman (1987), Clancey (1995) e Brown, Collins e Duguid (1989), a Cognição Situada pode ser identificada como sendo um sistema cognitivo sócio-cultural onde o conhecimento é criado pela ação e para ação. A idéia central é que os processos cognitivos são determinados pelo ambiente e pela ação do indivíduo ali inserido. O conhecimento não é visto como um objeto estático que pode ser estocado na mente, mas algo que está em permanente transformação, reconstrução e adaptação em função dos condicionantes situacionais. A Cognição Situada, que é indissociável da Cognição Distribuída, investiga o papel desse ambiente físico e espacial (que compõe a situação de contexto significativo e onde ocorrem atividades autênticas), nos processos cognitivos do aprendiz. Os processos mentais, as percepções, as ações do aprendiz, bem como as situações que participam do processo, atuam de forma integrada com todos os objetos desse ambiente de aprendizagem e o conhecimento, daí resultante, é constituído desse inteiro conjunto.

Os paradigmas da teoria da Cognição Situada deslocaram o foco do indivíduo para o contexto que engloba as atividades, informações e todo o conjunto de instrumentos do meio. Com isso desviaram o foco cognitivista ortodoxo e criaram um conjunto de observação das circunstâncias externas que são co-responsáveis pelo processo de aprendizagem. Esses paradigmas, além de não terem criado conflitos com as demais teorias psicológicas, valeram-se tanto dos princípios cognitivistas ortodoxos quanto de princípios do sócio-interacionismo para sustentar essa teoria, o que demonstra a sua possibilidade de trânsito franco entre essas diferentes linhas de pensamento. Por isso a Cognição Situada possibilita um encaminhamento de solução para a aprendizagem com qualidade em ambientes colaborativos presenciais ou à distância, dando corpo a um ensino à distância mais eficaz.

Os métodos com os quais ela se propõe a alcançar esses objetivos passam pelas atividades em grupo associadas a atividades individuais inseridas em comunidades de aprendizagem onde são valorizadas as interações que eles conseguem estabelecer com o meio social e cultural em

que estão inseridos. Ou seja, na dinâmica das comunidades de aprendizagem a que pertencem.

A natureza distribuída do conhecimento concebe que ele não existe apenas na mente de um determinado indivíduo, mas se encontra distribuído entre as demais pessoas que compõe esse ambiente físico impregnado de símbolos e signos. Aprender, nestas circunstâncias é estabelecer um relacionamento com atividades baseadas nas situações de uso desse conhecimento. Por isso a situação e o meio em que ocorreu a aprendizagem passam a fazer parte do conhecimento. Isto permite afirmar que o conhecimento do grupo social é maior do que a soma dos conhecimentos individuais dos aprendizes.

Neste capítulo foram abordadas as características de aprendizagem nas situações sócio-culturais preconizadas pela teoria da Cognição Situada, comparados a ao cognitivismo tradicional. Constituía o objetivo, identificar o conjunto de diretrizes que suportam a Cognição Situada como referencial teórico para o desenvolvimento da presente tese, além do questionamento da aplicabilidade desses paradigmas em comunidades de aprendizagem presenciais ou à distância mediados por computador, onde predominam os esforços colaborativos.

O próximo capítulo buscará abordar o atual modelo de ensino e a aprendizagem no sistema educacional bem como as questões ligadas à avaliação escolar como reflexo do conhecimento, sem perder de vista as inovações tecnológicas.

3 – A APRENDIZAGEM E A FORMAÇÃO

3.1 Introdução

A formação do cidadão, por não constituir um fim em si mesma e por representar um anseio de todas as sociedades, requer uma análise abrangente e uma visão sociológica de médio e longo prazo para dar consistência à uma política educacional consistente. A educação, como depositário dessas esperanças e talvez o único instrumento confiável de inserção social, constitui o movimento primeiro na direção de ações planejadas e cuidadosamente coordenadas à esse propósito. É orientado à educação como promotora do conhecimento que representa o patrimônio maior para a emancipação e redenção social que este capítulo discute as questões relativas ao ensino e a formação, principalmente sob a ótica da teoria da Cognição Situada.

3.2 A formação da competência

Na dimensão da atividade humana, na qual a linguagem se insere, a formação está ligada à perspectiva de mudança para um futuro melhor e, por constituir-se em uma exigência social, não pode estar dissociada nem da ação nem da experiência. “A formação é atividade do sujeito, animado pelo desejo de saber de (se) conhecer, de compreender o mundo, os outros e a si mesmo (...)” (BEBRARD, 1996). A formação, obtida tanto pela via da estrutura educacional formal quanto informal é um dever social permanentemente perseguido.

Segundo a linha de pensamento de Claes (1995), que considera que a escola tem duas funções principais, o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento social, as ações esperadas do cidadão, como resultado da formação, precisam atender a sociedade no sentido de promover à implementação dos conhecimentos absorvidos de forma a produzir resultados materiais econômicos e sociais que permitam reflexões críticas e interdisciplinares.

Demo (2003), compartilhando este ponto de vista e fazendo prognósticos para a educação, vislumbra que, de um lado, parece claro que o

futuro da educação será dominado por formas de teleeducação, e de outro, ainda não está claro como se daria a aprendizagem tomada como processo formativo e não como simples informação ou treinamento. Com isto, o problema da socialização da informação parece resolvido, pelo menos no sentido de que seu acesso estará marcado pela instrumentação eletrônica e não apenas pela aula tradicional.

O conceito de competência está associado a um determinado domínio e aos princípios e regras de uso da informação para resolver problemas que potencialmente existentes em determinados contextos. Santos (2004) conceitua a competência como uma ampla combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes que resultam em comportamentos que podem ser observados e apreciados. Fazendo uma relação com a teoria da Cognição Situada, a competência é o conhecimento voltado para a tomada de decisão e para ações em situações concretas. A competência que se mostra nas ações com articulação de diferentes conhecimentos e heurísticas, é consequência direta dos processos de aprendizagem envolvidos. É neste cenário que ocorre o questionamento dos meios e das técnicas de aprendizagem, sobretudo no confronto da aprendizagem situada com a descontextualizada.

3.3 Ensino à Distância (EAD)

O ensino tradicional está, historicamente, associado a escolas presenciais, marcadas pela educação seriada que ocorre no interior de salas de aula com vagas limitadas e conduzidas por professores que cobram a presença física do aluno. O ensino à distância, pelo contrário, vem se tornando uma importante ferramenta de propagação do saber, democratizando a informação e ampliando as alternativas educacionais. Com essa direção, Moran (2002) caracteriza a educação à distância como o processo de ensino-aprendizagem mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente. Esse processo está baseado na comunicação bidirecional que procura substituir a proposta de assistência regular à aula por uma não convencional, cuja principal característica é a flexibilidade e a autonomia dos estudantes em relação à escolha de espaço e

do tempo para o estudo e onde os meios e multimeios estão presentes na estratégia de comunicação. Essa visão geral adquire contornos mais precisos quando nela são inseridos os pressupostos da teoria da Cognição Situada.

3.3.1 Potencialidades do Ensino à Distância

As tecnologias de Comunicação e Informação, principalmente aquelas interativas, estão atualmente possibilitando significativas mudanças no ensino à distância, a ponto de Moran (2004), prevendo a integração entre ensino presencial e à distância, prognosticar que um dia todas as salas de aula do mundo estarão conectadas às redes de comunicação instantânea. Com as tecnologias cada vez mais rápidas e integradas, o conceito de presença e distância, bem como as formas de ensinar e aprender, se alteram profundamente.

Segundo Ulbricht (1997), a mediação, que no ensino tradicional é feita pelo professor, nessa modalidade é proporcionada pelo material impresso, meios tecnológicos e tutoriais, buscando mudar o papel dos alunos de meros receptores a protagonistas de seu conhecimento. Os meios tecnológicos disponíveis permitem conferir, por esse método de ensino, a inserção social e cidadania às populações geograficamente dispersas ampliando a atuação das instituições de ensino. Nesse particular, Moran (2001) entende que a abertura de novos horizontes mais aproximados da realidade contemporânea e das exigências da sociedade do conhecimento depende de uma reflexão crítica do papel da informática na aprendizagem e dos benefícios que a era digital pode trazer para o aluno como cidadão. "Com efeito, o ensino à distância é, hoje em dia, um lugar rico para onde confluem interesses econômicos ligados à industrialização da educação e multidisciplinaridade" (SÉGUY 1999, p.108). Não será sem razão, portanto, a provável responsabilização das tecnologias da informação por grande parte das transformações sócio-educativas e culturais que ocorrerão, incentivadas pela mística do acesso socializado ao conhecimento que ela proporciona.

Nos últimos anos intensificou-se a oferta de cursos à distância baseados no uso sistêmico da internet, seja pela distribuição de materiais de apoio

pedagógico, seja por meio de propostas de aprendizagem em ambientes virtuais caracterizados pela forte interatividade. A adoção da internet como facilitador do ensino, se dá por razões práticas em função de suas potencialidades tecnológicas de vencer distâncias e da facilidade de acesso aos alunos. As infovias de bandas mais largas permitem o trânsito de diferentes mídias para o uso simultâneo em qualquer parte do mundo possibilitando que pessoas conectadas à rede, situadas em qualquer parte do planeta, possam acessar as mesmas informações sem qualquer entrave.

3.3.2 O Ensino à Distância e as comunidades de aprendizagem

As comunidades de Aprendizagem não estão necessariamente presas ao espaço físico, mas devem suscitar o espírito colaborativo em que as competências grupais prevalecem sobre as individuais (ABED, 2004). A aprendizagem, na perspectiva da Cognição Situada, é facilitada pelo envolvimento contextualizado possibilitado por essas comunidades, fazendo com que o aprendizado seja mais bem sucedido do que nas situações individuais e solitárias.

Tecendo considerações acerca das potencialidades do ensino à distância e defendendo a aprendizagem colaborativa, Moran (2001) prevê que a educação à distância será responsável pela mudança de concepção, de individualista para mais grupal, de utilização predominantemente isolada para utilização participativa, em grupos. Sob essa ótica, a aprendizagem autônoma deixa de ser solitária para passar à condição solidária. Ou seja, segue na direção da aprendizagem segundo as diretrizes da teoria da Cognição Situada onde os efeitos positivos das relações interpessoais nos ambientes sócio-interativos são capitalizados imediatamente, conforme abordado no capítulo um.

Inúmeros são, hoje, os ambientes integrados de suporte à educação à distância que proporcionam os recursos para a sua criação e estruturação. Dentre eles, há os que são mais adequados à utilização em comunidades de aprendizagem colaborativa. Exemplos estão na análise feita pela equipe do projeto

Rede	Escolar	Livre
------	---------	-------

(http://www.redeescolarlivre.rs.gov.br/EAD_Amb_Aprend.html), das seguintes ferramentas, consideradas adequadas a essa aplicação: FirstClass Colaborative Fórum, Team Wave Workplace, WebBoard, WebCT, Eureka, Aulanet, LearnLoop, TelEduc e Curso à Distância do Proinfo. Apenas para ilustrar, como resultado da análise a equipe selecionou o ambiente TelEduc, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação <http://www.teleduc.relrs.com.br/>) da Unicamp, como ambiente mais conveniente para suporte à educação à distância.

Atualmente, como resultado da confiança construída a partir dos primeiros exemplos, a grande maioria dos países ricos e em desenvolvimento disponibilizam cursos de todas as naturezas, desde o ensino fundamental e médio até os de formação universitária (terceiro grau) e pós universitária, como especialização (*latu senso*) e mestrado (*estricto senso*). Há instituições de educação à distância, que só oferecem programas nessa modalidade, como a *Open University* da Inglaterra ou a Universidade Nacional a Distância da Espanha. A maior parte das instituições que oferecem cursos a distância também o fazem no ensino presencial.

A proliferação de instituições de ensino não presenciais é muito grande no mundo inteiro e o seu grande potencial está atingindo ultimamente, também o ensino universitário. Somente no Brasil, onde, apesar dos dados serem desconhecidos, a ABED (2004) estima existirem em operação algo em torno de 200 Universidades Corporativas. O MEC - Ministério da Educação e Cultura, lançou uma portaria que permite às Universidades a oferta de até 20% de seus cursos regulares à distância. Como resultado, já estão sendo estruturados consórcios com diversas universidades internacionais para atendimento a essa demanda promissora, como é o caso do RIF-ET, UNIREDE, UVB, etc. Isso demonstra o campo de atuação das hipermídias pedagógicas e o papel que desempenharão nesse contexto.

As Universidades Corporativas, por conceito, devem se constituir em comunidades de prática à medida que são, por natureza, organizações de aprendizagem, ou seja, espaços em que há circularidade do conhecimento e

aprendizagem através da inovação e também das experiências passadas. Enfim, onde aprender e ensinar são atitudes que estão incorporadas à cultura da organização e de seus membros (ABED, 2000). Segundo Komosinsky (2000), um exemplo de sucesso, e usado como prova da validade da idéia de ensino universitário à distância, é a The Open University de Londres. Esta instituição, que possui 30 anos de existência e aproximadamente 150 mil estudantes de graduação, é reconhecida pela qualidade de seus cursos e por atender majoritariamente (80%) estudantes que trabalham regularmente. Grande parte desse sucesso deve-se ao planejamento adequado associado à tecnologia de comunicação e informação.

Lopes, Klimick & Casanova (2004), fazendo um relato do projeto Aulativa, um sistema híbrido de ensino com atividades presenciais e à distância em um ambiente de aprendizagem cooperativa, exaltam os resultados positivos obtidos com esse sistema. Segundo eles, a interação realizava-se em duas instâncias: entre os alunos em sala de aula presencial (síncrona) e entre os alunos e o mestre virtual na sala de aula virtual (assíncrona). A troca de idéias e impressões entre os alunos contribuía fortemente para enriquecer a atividade e desenvolver conceitos e habilidades de socialização.

3.4 A Cognição Situada, o Ensino à Distância e a Geometria

A convergência do Ensino à distância e presencial é irreversível segundo Moran (1994), e as tecnologias de comunicação e informação, no corpo dos ambientes hipermidiáticos constituem importante ferramenta à viabilizar esse propósito. A teoria da Cognição Situada que viabiliza o aprendizado em comunidades, se apresenta como um importante instrumento para o trato do domínio de Geometria nesse tipo de ambientes.

A Geometria, como parte constituinte da Matemática, tem o papel do trato das relações espaciais e como tal, vem ocupando a inteligência humana desde a origem da história escrita da humanidade. Sua importância, portanto, é inquestionável, tanto do ponto de vista da aplicação prática quanto do papel instrumental na organização do pensamento lógico. Por suas peculiaridades, ela merece uma atenção especial nos processos de

aprendizagem, de vez que poucos são os que lhe tem simpatia e raros são os que se sentem motivados a estudá-la.

Sem ignorar sua importância e sem estabelecer uma linha de defesa, o entendimento aqui estabelecido é o de que é necessário compreendê-la antes de estigmatizá-la, porque a Geometria beneficia-se do gênio individual, mas só floresce com a aprovação tácita da comunidade em geral e, "como uma grande forma de arte, é humanística e é científico-tecnológica em suas aplicações" (DAVIS & HERSH, 1985 p.88). Buscando situá-la no universo do conhecimento, Souza (1999), comenta que a matemática não é exclusivamente o instrumento destinado à explicação dos fenômenos da natureza, isto é, das leis naturais. Ela possui também um valor filosófico e um valor artístico (ou estético) capaz de lhe conferir o direito de ser cultivada por si mesma, tais as numerosas satisfações e júbilos que proporciona.

A matemática e a geometria são indissociáveis em função da sua interdependência, formando, ambas, um único corpo de conhecimento. A geometria demonstrativa, tal como foi organizada por Euclides, 300 a.C. não é exatamente a geometria que vem assombrando as escolas de segundo e terceiro grau, onde predomina a abordagem das medidas espaciais e de restritas figuras (geométricas). Euclides propôs uma geometria que tinha como fundamento a 'dedução', e, portanto a intencional abertura para novos, abrangentes e crescentes questionamentos. 'Dedução', este é o espírito da proposta de Euclides. Isto é, uma metodologia pela qual a hipótese conduz a conclusão. Essa característica exige uma linguagem própria e um criterioso raciocínio, fato que agrega razões para a sua rejeição por parte dos aprendizes. A razão mais evidente dessa rejeição é a dificuldade que eles têm de compreendê-la atribuindo-lhe um significado, ainda que sejam dotados dos instrumentos intelectuais para realizarem esta tarefa. A tendência afetiva adquirida é a de evitá-la (WADSWORTH, 1992).

As situações concretas ajudam o aprendiz a encontrar sentido para a aprendizagem de Geometria reduzindo a rejeição, entretanto Hahn (1996) alerta que essas abordagens precisam estar relacionadas com a realidade do aprendiz. Em sua visão sócio-cultural contextualizada, Hahn (1996, p.185)

justifica essa condição, afirmando que “a alternativa deverá permitir construir situações autênticas e motivantes fazendo chamadas à vivência profissional dos alunos”. O fato é que sem um sentido motivador a matemática não encontra meios de engajar os aprendizes. Por outro lado, administrar Geometria como algo necessário à sobrevivência, como um medicamento, parece distante de conseguir superar as barreiras do aprendizado. Portanto, embora apresente dificuldades de implementação, relacionar o aprendizado na escola com a realidade sócio-ambiental do aprendiz facilita as suas aplicações práticas e possibilita a evolução continuada do conhecimento.

Com o foco na sociedade do conhecimento e na Etnomatemática, que mostra o quanto a matemática se insere na vida diária para a sobrevivência humana, verifica-se que a capacidade de aprendizagem contextualizada conduz à capacidade competitiva, porque é o conhecimento aplicado e a competência que fazem a diferença. É exatamente nessas condições que adquire força os princípios da teoria da Cognição Situada, especialmente por seu viés de aprendizagem em comunidade.

3.5 Características do aprendizado da Geometria

O aprendizado de Geometria é progressivo e tem um ritmo próprio que precisa ser respeitado, porque pressupõe a maturação da linguagem geométrica necessária, bem como a intervenção da intuição e do raciocínio. Essa construção gradual principia pela ação da intuição seguida da formulação de hipóteses e sua verificação, ocasião em que intervém o raciocínio indutivo e dedutivo respectivamente (WADSWORTH, 1992).

O ambiente mais propício para a ação do raciocínio indutivo e dedutivo é aquele que acontece em comunidade de aprendizagem através da troca intensa de informações e conhecimentos entre os pares (LAVE, 1988). A matriz de interdependência que se estabelece na comunidade de aprendizagem favorece as iniciativas de investigação, exploração e discussão que resultam nas descobertas e no aprendizado. Em ambientes assim contextualizados o aprendizado é possível a partir do emprego do método heurístico, caracterizado também por se valer dos erros durante o percurso pessoal no

conteúdo de domínio. Sisto et all (2001), a respeito desse tema, acrescentam que os ambientes que promovem a cooperação, em oposição à competição entre alunos, que respeitem as diferenças individuais bem como que valorizem as diversas habilidades do ser humano, ao invés de ênfase maciça na habilidade intelectual, parecem ser fundamentais na promoção da motivação para a aprendizagem adequada. Essas são condições motivadoras do espírito crítico e das colaborações interpessoais, características da teoria da Cognição Situada, são fundamentais para a aprendizagem de Geometria.

3.6 A Cognição Situada e a aprendizagem da Geometria

No encaminhamento situado do aprendizado de geometria, assume especial relevância o entendimento de que existe diferença entre problema e exercício. Os exercícios vêm sendo utilizados no ensino da Geometria há longo tempo como forma prática de fixação do conteúdo e, por sua característica condutista recebem críticas no que se refere ao efetivo aprendizado que proporcionam. Os problemas, todavia, são mais adequados porque favorecem a mobilização de grupos. Um problema caracteriza-se por apresentar uma formulação mais aberta e genérica, enquanto que, um exercício necessita de conhecidos e específicos mecanismos que levem à solução. Os problemas são adequados ao aprendizado baseado em descobertas enquanto que os exercícios se prestam à melhoria do desempenho na utilização de regras.

A Geometria, com suas características próprias de raciocínio espacial, abstração, dedução, generalizações e transposição do conhecimento, que lhe impõe uma linguagem própria, encontra menos dificuldades de desenvolvimento em ambientes onde predomina a participação colaborativa. Invariavelmente a solução buscada parte dos conhecimentos que o aprendiz dispõe, confrontados com os conhecimentos dos seus pares, tanto para problemas quanto para exercícios.

Os problemas, quando relacionados com o contexto profissional favorecem:

- 1) A exploração/descoberta;
- 2) As ações específicas que são negociadas com o grupo e discutidas

- (fazer/falar);
- 3) A incorporação e explicitação dos procedimentos e conhecimentos relacionados com a solução do problema.

Nesse processo, embora a solução aconteça de forma compartilhada, o resultado da aprendizagem se dá em dois níveis: aquele de aquisição individual de conhecimento e aquele da apropriação coletiva do saber. Nessas condições não há lugar para o aprendizado de uns em detrimento de outros. Todos indistintamente precisam aprender, segundo o caminho da periferia para o centro da comunidade de aprendizagem, i. é, do não saber para o saber. Ou seja, não há uma rígida condução do aprendizado passo a passo, mas deve haver uma programação consciente e responsável do conteúdo a ser conhecido, de forma a garantir a interação voluntária e participativa dos membros da comunidade.

3.7 A avaliação na prática pedagógica

Ao aprendizado que ocorre em ambiente escolar, está normalmente associada uma aferição do conhecimento. Trata-se do momento crítico e polêmico, de vez que convergem a esse ponto questões como: o erro humano, as condições externas, a consistência do conhecimento, a quantificação ou qualificação dos acertos, os parâmetros e critérios, e mais uma série de variáveis que interferem no resultado final. A polêmica inicia no próprio emprego da palavra “avaliação”.

Há um consenso de que “avaliar” significa emitir um juízo de valor a respeito de alguma coisa. Significa medir, associar números ou conceitos para representar atributos de objetos, mediante a existência de paradigmas e objetivos a que se destina. Aubert (1995) faz uma apreciação crítica sobre a atividade de avaliação, afirmando que, atualmente, ela constitui parte integrante de modo de adaptação ao ambiente psíquico e social. Para Luckesi (2002) a avaliação está relacionada com a tomada de decisão do professor relativa a o que fazer com o aluno quando a sua aprendizagem se manifesta satisfatória ou insatisfatória. Demo (2001, p.13) acrescenta que comparar

significa, inevitavelmente, “confrontar as pessoas, tendo por referência padrões considerados desejáveis e, sobretudo privilegiadamente escassos”, e Aubert (1995) defende que a avaliação de um indivíduo começa por situa-lo dentro de uma população de referência e por associa-lo a uma escala de valor determinada e consensualmente aceita.

Sant'Ana (2002), após analisar oito definições de renomados pesquisadores, apresenta seu conceito de avaliação em ambiente escolar como sendo um processo pelo qual se procura identificar, aferir, investigar e analisar as modificações do comportamento e rendimento do aluno, do educador e do sistema, confirmando se o conhecimento, seja ele teórico ou prático, se processou. Tal nem sempre se verifica na escola tradicional onde as vezes a avaliação assume contornos ambíguos e até cruéis, em função das diferentes concepções e do modo de aplicação, principalmente porque, freqüentemente ocorre a confusão que resulta em atribuir “valor ao indivíduo” e não ao seu aprendizado. Nesse sentido, para Luckesi (2002, p.23), "as notas são operadas como se nada tivessem a ver com a aprendizagem", ou seja, não condizem com os supostos paradigmas a que estariam relacionadas.

A questão da avaliação é abrangente e polêmica porque, entre outras coisas, os exames, testes ou tarefas, que levam ao quantitativo da nota, estão impregnados da individualidade do professor que, quase sempre, cobra a reprodução fiel e literal do conteúdo ministrado. Consiste, por fim, em julgar o desempenho do aluno a partir do balanço de erros e acertos cometidos em situações que buscam verificar se ele memorizou os conteúdos. Dessa forma, a escola tradicional entende o educando como 'incapaz de aprender' e o submete a um processo classificatório ancorado na crença da homogeneidade (DEMO, 2000). Esses métodos, além de não conseguirem avaliar adequadamente o efetivo aprendizado do aluno, tornam-se incapazes também de verificar aquilo que o aluno 'não aprendeu. Ou seja, os procedimentos da escola conservadora urdem a própria justificativa para as reprovações, uma vez que o professor, na função de 'avaliador', repete e perpetua o modelo ao qual foi submetido quando estudante.

A avaliação pode ainda mostrar-se inadequada por razões não

diretamente ligadas ao conhecimento que busca averiguar. Pode estar nos enunciados que permitem dupla interpretação (comunicação inadequada); no pouco tempo para a resolução das questões (tempo inadequado); na cobrança além do que o aluno consegue responder (estimativa inadequada); na pressão psicológica exercida no momento da prova pela possibilidade de reprovação (condições inadequadas); etc. Ainda assim, nessas ou noutras condições, a avaliação está sempre a serviço de uma boa ou uma má pedagogia, mesmo que arraste consigo o ranço de um mecanismo conservador que reproduz o autoritarismo e a arbitrariedade.

As escolas, na sua maioria, por estarem atreladas às diretrizes da política educacional, assim como pela inércia, acomodam-se às práticas do costume e reproduzem ano após ano, a mesma receita. A sociedade resigna-se na aceitação das classificações tiradas das avaliações a que os alunos são submetidos, fechando os olhos para o fato de que elas podem não se constituir em referenciais confiáveis do conhecimento.

Na ótica da didática tradicional a análise particularizada do erro tem pouca relevância e invariavelmente se orienta em termos de anomalia com o foco no insucesso pessoal do aluno. Luckesi (2002) entende que o ato de classificar, que secunda o processo avaliativo, não tem o caráter diagnóstico e por isso se torna pernicioso à prática pedagógica. Para Hadji (2001) a avaliação que se verifica na maioria das escolas conservadoras, tem como objeto final reprovar ou aprovar como forma de prestar contas à sociedade de um suposto desempenho do aprendiz na busca de condições de ascensão social.

Na apreciação crítica ao modelo educacional feita por Demo (2002), fica claro que as avaliações deveriam priorizar a busca da convicção de que o conhecimento foi alcançado e não se resumirem à formalidades para garantir progressão escolar. Alinhando seu pensamento nessa direção, Pinto (2000) defende a inclusão da análise dos erros no processo de avaliação como forma de prospecção de insuficiências de aprendizado e não apenas sua identificação e totalização. Para ele 'avaliar não é julgar, mas ajudar'. A avaliação precisa converter-se em algo diferente, capaz de cumprir funções distintas: uma,

controladora, que exige rigor na comprovação dos objetivos alcançados; outra, formativa, que dá aos resultados um caráter orientador. Nessa concepção, os erros, analisados segundo a sua origem podem se tornar bons indicadores de lacunas e falhas sistemáticas.

3.8 O conceito de avaliação para a teoria da Cognição Situada

Na abordagem situada a avaliação é um instrumento de formação e não de seleção. A avaliação adquire um sentido diagnóstico, onde compete identificar os sinais que indicam a existência de situação de aprendizagem e onde o caráter classificatório ou quantitativo perde o sentido. Para essa visão Rabelo (1998, p.81) dá uma importante contribuição ao alertar que "não se deve confundir avaliação com nota e muito menos permitir que se continue usando o termo nota como sinônimo de avaliação". Intervêm na averiguação do aprendizado as questões da produção, da observação e do desempenho em situações-problema. Não há, portanto, razões para o estabelecimento da dicotomia avaliação/educação, visto que, nos processos de ensino/aprendizagem, o objetivo maior a ser perseguido é o aprendizado.

As tarefas e desafios previamente projetados de forma objetiva e clara têm sempre como escopo a apreciação da performance do aprendiz diante da apropriação dos conteúdos na atividade de conhecer, bem como as dúvidas e as relações que ele estabelece no caminho que o leva aos acertos ou erros. Nessas condições, os erros cometidos pelos alunos durante o processo de aprendizagem, ao contrário de serem reprimidos, recebem um tratamento especial e são vistos como motores do desenvolvimento. A investigação ou prospecção do conhecimento, considerando essas condições, abre espaço para a heterogeneidade, para o múltiplo e para o desconhecido. Ela passa a ser menos julgamento e mais ação propedêutica com o sentido de promover o desenvolvimento do aprendizado (DEMO, 1996).

As linhas de pensamento aqui citadas enfeixam o conceito utilizado nesta tese para a questão da verificação da aprendizagem, como sendo dotada de uma função promotora do desenvolvimento intelectual voltado à cidadania. O enfoque não está isento de falhas e riscos, porém permite considerar os

erros como respostas que instigam o 'repensar', o 'desconstruir' e o 'reconstituir'. Por essa razão vale citar que a competência é uma ampla combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes que resultam em comportamentos que podem ser observados (SANTOS, 2004). Mostra-se, portanto, adequado e necessário inserir e operacionalizar esse conceito nas aferições, no entanto, pelo estigma que carrega e pelas diferentes interpretações que enseja, a palavra "avaliação" é substituída neste trabalho, por "verificação do aprendizado", buscando refletir esse conjunto de pensamentos. Essa opção, na prática, fortalece o conceito de "qualidade política" do aprendizado, estabelecida por Demo (2001) e dá força ao argumento de que o importante é o aprendizado e não os acertos ou erros.

3.9 A formulação da verificação da aprendizagem

A confiabilidade de uma sondagem de aproveitamento, no âmbito escolar, está diretamente ligada às adequadas formulações de problemas e proposições. Isto é, não há como proceder a uma aferição confiável se os instrumentos aplicados para esse fim não possuírem os ajustes inequivocamente competentes e finos para a prática pretendida. Nas palavras de Barrouillet e Fayol (1995, p.383) a essência da resolução de problemas é o atendimento a um objetivo, "recorrendo a diversos procedimentos e dominando obstáculos que se opõe a sua realização". Por essa razão, o nível de compreensão da leitura dos enunciados é determinante no sucesso do aluno nas resoluções dos problemas. Barrouillet e Fayol (1995) esclarecem que uma vez elaborada a representação, o aluno opera sobre os dados e a inexistência de compreensão dos encaminhamentos operacionais pode conduzir a elaboração de procedimentos errados, difíceis de corrigir. Esse desencontro semântico, não sendo da responsabilidade do aluno, não pode interferir nem no processo de aprendizagem nem na sua aferição, posto que se trata de um agente perturbador externo.

A contribuição de Rangel (2001) é oportuna por acrescentar que se o enunciado estiver coerente e consistente a sua relação com a resposta se dará, também, de modo consistente. Essa argumentação fundamenta o

princípio de que o erro não se localiza apenas na resposta, mas também no enunciado da questão. Satisfeita essa congruência, a pertinência das respostas, a adequação entre conteúdos e habilidades de raciocínio pretendidas pelas questões, caracterizam o 'acerto'. Na estruturação do enunciado, é necessário que as palavras sirvam como elementos de clareza, coerência e estímulo na busca, pelo aprendiz, da sua própria forma de expressão, sem ambigüidades. Na atividade de redação, portanto, o planejamento é um importante componente que confere significação ao texto e estabelece a condição da percepção de conjunto da produção final.

3.10 A Cognição Situada e a auto-avaliação

A auto-avaliação é um processo de autoconsciência do aprendizado constituindo uma forma privilegiada de avaliação formativa. O aprendiz, ao fazer uma auto-avaliação relativa a uma ação específica que não resultou no esperado (erro humano), focaliza mais o processo utilizado e menos o próprio fato resultante (HADJI, 2001). Isto permite que ele reveja as regras e correlações que utilizou e reflita a respeito das conseqüências.

A teoria da Cognição Situada, na sua tradução pedagógica de compartilhamento do saber na comunidade de aprendizagem, possibilita a percepção da emergência dos fatores externos ao processo que contribuíram para a ocorrência do fato, conduzindo o aprendiz à análise de seu progresso, necessidades e carências. Com isso, utiliza o erro humano como indicativo de estágio de conhecimento e não como indicativo de insucesso. Ao mesmo tempo interfere no andamento das situações de aprendizagem propostas, requisitando adaptações do conteúdo às necessidades que detectou, pela via das ações baseadas na metacognição.

3.11 A explicitação do conhecimento

Nos fundamentos da teoria da Cognição Situada, ha um espaço claro destinado a comunicação entre os participantes da comunidade durante o processo de aprendizagem. A estruturação da argumentação, o diálogo e o convencimento atuam na direção da obtenção do novo saber e isso é

potencializado pelo registro individual e coletivo das conclusões ou das dificuldades. Trata-se de um ato social que se vale da linguagem como atividade sócio-cognitiva. O ato de escrever em grupo e para o grupo social de aprendizagem tem importantes implicações posto que diz respeito às práticas da realidade social que cercam os indivíduos (SANTOS, 2001). Os fatores sociais do ato de escrever, estabelecidos pelo conjunto de atores (objetos e pessoas) e de conhecimentos compartilhados, cobram do redator uma visão ampla e uma reflexão teórica a respeito do assunto.

No processo de aprendizagem, a textualização do conhecimento envolve o domínio de um saber-fazer específico na forma de um construto cognitivo resultante da ação interna e interpessoal do indivíduo. O uso da linguagem permite socializar as informações desse construto e com elas criar relações, reflexões, interpretações e generalizações. Ramal (2001), afirma que a escrita relativiza o papel da memória como se fosse um auxiliar cognitivo situado fora do sujeito, porque “o texto fala por si mesmo”.

A organização de idéias (sintaxe), possibilitada pela grafia permite o registro do conhecimento especulativo, das experiências e hipóteses, possibilitando a compilação de teorias, paradigmas e suas comprovações. Ela oferece, portanto, um instrumento que possibilita a visão meta-cognitiva e estimula o desenvolvimento da autonomia que facilita a superação das incertezas iniciais do aprendiz. Possibilita, por fim a necessária ação de comunicação recíproca e o feedback, fundamentos da teoria da Cognição Situada, que permite a resignificação dos conceitos e dos erros humanos.

3.12 Conclusão

As mudanças que o desenvolvimento tecnológico vem proporcionando nos meios de comunicação e informação fazem emergir importantes questionamentos no que se refere à eficácia do ensino presencial tradicional frente aquele não presencial. Por essa razão este capítulo abordou esses pontos de pressões diante das alternativas oferecidas pelos paradigmas da teoria da Cognição Situada. O capítulo se ocupou também de alguns aspectos ligados a avaliação da aprendizagem, como forma de estabelecer uma base de

discussão para o desenvolvimento do conteúdo do capítulo cinco, que trata dos erros humanos.

Da breve abordagem do complexo tema 'avaliação do aprendizado' resultou a identificação de importantes desencontros entre os processos de aferição do conhecimento e a qualidade desse conhecimento adquirido. Aprendizagem, avaliação, acerto e erro são conceitos que guardam uma significativa relação de proximidade e que compõe o cenário tanto do ensino presencial tradicional quanto aquele mediado por tecnologias, especialmente o Ensino à Distância.

A mediação tecnológica que possibilita a migração para a aprendizagem à distância, requisita formas mais efetivas de identificar o conhecimento adquirido sem o recurso condutista do acúmulo de escores. Neste sentido este capítulo abordou dois recursos de grande contribuição, que é o auto-diagnóstico e explicitação do saber, como forma de sedimentar o conhecimento e permitir uma verificação mais confiável.

Este capítulo também dedicou especial atenção à relação interpessoal e a socialização das informações possibilitadas pelas comunidades de aprendizagem nas ações colaborativas e cooperativas, como forma de possibilitar uma análise mais clara da extensão do acerto ou do erro cometido pelo aprendiz. Por fim, tratou o Ensino à Distância pela abordagem pedagógica sócio-cultural, traduzida nos paradigmas da teoria da Cognição Situada, mas sob o viés das mudanças que possibilitam as tecnologias digitais.

Os comentários aqui estabelecidos não objetivaram a crítica sumária aos processos de avaliação, nem a invalidação de suas práticas, mas sim estabelecer uma diretriz de entendimento que seja consentânea com o ambiente de aprendizagem no qual o erro humano tem o papel central. Tanto maior importância adquire esse aspecto quando tratado em ambientes hipermidiáticos de aprendizagem. Por essa razão, o próximo capítulo aborda as TIC's segundo suas potencialidades e limitações nos processos de aprendizagem colaborativa.

4- TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

4.1 Introdução

Nos últimos vinte anos o progresso tecnológico dos equipamentos de telecomunicações e de processamento de informações foi o mais vigoroso de todos os tempos, se comparado às condições de cada época. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) foram decisivas na mudança dos processos produtivos da economia de maneira global e mais recentemente dos aspectos concernentes à prática pedagógica ligada à formação do cidadão que atua nesse cenário. A inserção dessas tecnologias é observável na socialização da informação e na utilização da informática como ferramenta mediadora dos processos de ensino/aprendizagem.

O potencial das TIC's nos processos de ensino/aprendizagem, especialmente pelas possibilidades de integração e por facilitarem a alteração dos seus meios de ação, requisita uma discussão atualizada do papel que podem desempenhar na sociedade que ajudam a transformar. É importante considerar que as mudanças não ocorreram com a simples inserção dos computadores tanto na escola quanto fora dela, mas por meio de uma apropriação gradual e equilibrada, onde cada etapa acontece segundo as condições que a sociedade demonstra ter para absorve-las.

O computador, sozinho, não é capaz de mudar processos defeituosos ou implantar outros mais modernos, mas integrando um conjunto apropriado de medidas pode atuar como ferramenta que viabiliza a apropriação reflexiva de suas potencialidades. Pode-se dizer, mesmo, que a era do conhecimento, protagonizada primeiramente pelos países mais desenvolvidos, tem nas TIC's o seu apoio mais significativo porque essas sociedades estão mais aptas a absorvê-las.

4.2 Sistemas CAI e EIAE na educação e no treinamento

O emprego de *softwares* veiculando material instrucional teve início através dos sistemas CAI (*Computer-Aided instruction*) ou 'instrução auxiliada por computador', na década de setenta. Eram propostas de cunho

eminentemente comportamentalista, apoiadas na psicologia do condicionamento operante de Skinner e centradas na atividade do professor. Visavam a instrução dirigida, onde o aluno pudesse aprender por si próprio dentro do paradigma da instrução programada (BUGAY & ULBRICHT, 2000). Esses programas, lineares e de fraca relevância pedagógica, tratam todos os alunos da mesma maneira, proporcionando-lhes o mesmo tipo de instrução e reforço.

Os CAI's evoluíram para os tutoriais inteligentes ICAI (*Intelligent computer Assisted Instruction*) ou ITS (*Intelligent Tutoring System*), que utilizam técnicas de IA (Inteligência Artificial) para poder simular um processo semelhante ao do pensamento humano. Uma forma de diferenciá-los é considerar que o primeiro opera com uma base de dados respondendo o que ensinar (modelo do domínio), enquanto que o segundo opera com uma base de conhecimento respondendo o que ensinar e como fazer isso (modelo pedagógico). Esses novos tutoriais receberam, na França, a denominação de EIAC (*Environnements Informatiques d'Apprentissage Coopérant*) e no Brasil a sigla EIAC significa Ensino Inteligente Auxiliado por Computador. A diferença nas siglas, não estabelece diferença significativa nos propósitos.

Os Sistemas Tutoriais inteligentes (ITS) têm a característica de monitorarem o comportamento do aprendiz durante a busca por informações em um determinado domínio de conhecimento. Fazem isso geralmente pelo processo socrático que oferece situações de diálogos com os aprendizes com a finalidade de explorar seu conteúdo e formular inferências (PALAZZO, 2000). Com isso conseguem identificar o objeto de pesquisa e procedem as buscas por mais material ligado ao tópico de interesse. A principal fonte de modelagem está nas respostas emitidas pelo aprendiz comparadas às respostas possíveis, previamente arquivadas no computador.

4.3 Hipermídia

Os ambientes hipermidiáticos surgiram na década de 90 como resultado de uma convergência tecnológica no âmbito das TIC's, notadamente pela junção da multimídia com o hipertexto propondo um sistema de apresentação

dinâmica e não linear de informações na qual o usuário pode interagir (BUGAY & ULBRICHT, 2000). Trata-se de uma tecnologia de informação flexível utilizada, inicialmente, tanto para o armazenamento quanto para a recuperação de dados e entretenimento, favorecendo um pensamento mais complexo, dentro de um conceito multidimensional.

A recuperação de informações por associação semântica é uma das supostas heurísticas inerentes ao ser humano. Desta forma, uma estrutura hipermídia ou hipertexto pode ter similaridades consideráveis tanto com a estrutura de rede semântica humana quanto com a heurística de recuperação da informação por associação (HIRATSUKA, 1996). Buscando ampliar este conceito, Tricot et al (1996, p.257) vêem os sistemas hipermidiáticos como "abertos e plurifuncionais que podem se prestar às utilizações mais diversas". Nessa linha, Rhéaume (1993) acrescenta que os ambientes hipermidiáticos favorecem o comportamento que os aprendizes têm na vida real, pelo uso das ferramentas da linguagem orientada a objetos (como os mapas, os campos e os botões). Esta opinião também é compartilhada por Tricot & Bastien (1996, p.58) quando afirmam que "graças à hipermídia se pode estruturar o conhecimento funcionalmente, como ocorre na cabeça das pessoas". Moran (2001), buscando também alargar os conceitos de ambiente hipermidiático, se apóia em Gardner (1994) para acrescentar que as pessoas são dotadas de múltiplas inteligências, que podem ser despertadas por esses ambientes, para colocar suas habilidades e competências a serviço da produção do conhecimento individual e coletivo.

Os ambientes hipermidiáticos operam diretamente com o concreto e com o sensível, principalmente nas dimensões visual, auditiva e sinestésica (das imagens em movimento). Apoiado nessa linha e pensamento, Moran (1994) acrescenta uma clara e interessante contribuição ao afirmar que os meios de comunicação, principalmente os audio-vídeo-gráficos, desenvolvem formas sofisticadas de comunicação sensorial multidimensional, de superposição de linguagens e mensagens que facilitam a aprendizagem e condicionam outras formas e espaços de comunicação.

Por permitirem a manipulação de extensas bases de dados, os

ambientes hipermediáticos arrastam consigo alguns desafios, dentre eles, o citado por Martin (1992, p.5), que é o de "fazer com que o dilúvio de informações seja tão útil quanto possível para o usuário". Ou seja, a seleção e organização das informações é que constituem o objeto de inquietação. A questão, portanto, está menos centrada em especular se os ambientes hipermediáticos são ou não eficazes, e mais em determinar as condições nas quais eles o são.

4.4 Ambientes hipermediáticos na educação

Os ambientes hipermediáticos aplicadas à educação são recursos utilizados por professores e alunos para enriquecer o processo de ensino/aprendizagem. Beaufils (1996) defende que, nos domínios educativos, esses ambientes são cada vez mais utilizadas para apoiar ou facilitar a aprendizagem. Seu papel, entretanto, vem assumindo progressivamente um grau mais elevado de importância na escola, principalmente pela flexibilidade obtida na evolução dos *softwares* e pela popularização dos computadores pessoais. O foco de pesquisa, agora, deixou de ser 'a presença do computador na escola' e passou a ser o seu papel na aprendizagem.

Os ambientes hipermediáticos de aprendizagem sofreram, basicamente, a influência exercida por duas vertentes psicológicas distintas, a comportamentalista e a construtivista. Os precursores modelos teóricos, apoiados no paradigma psicológico condutista fundamentam-se na idéia de que o conhecimento que o aluno precisa obter pode ser adquirido pela decomposição do conteúdo em minúsculos módulos elementares e por um conjunto de reforços positivos e negativos (presença incisiva de *feedback* reativo) a serem transferidos mediante uma combinação, previamente programada, de estímulo-resposta.

Os modelos sustentados pela corrente construtivista consideram o aprendiz como um construtor de seu próprio e individual conhecimento, mediante uma permanente interação com o objeto de estudo, edificando assim sua estrutura cognitiva. Ao ressaltar a migração do perfil comportamentalista para o construtivista nos ambientes hipermedia mais atuais, Legros & Crinon

(2002) comentam que os ambientes de aprendizagem mediados por computador permitem experiências concretas e descoberta pessoal, constituindo-se em ferramentas cognitivas com as quais o aluno pode pensar e agir, afetando também a forma de ler, compreender, conhecer e resolver problemas.

As TIC's, por si mesmas, não mudam necessariamente a relação pedagógica. Elas tanto servem para reforçar uma visão conservadora, individualista como uma visão progressista. A pessoa autoritária utilizará o computador para reforçar ainda mais o seu controle sobre os outros. Por outro lado, uma mente aberta, interativa, participativa encontrará nas tecnologias ferramentas maravilhosas de ampliar a interação (MORAN, 1994).

Ao delimitar a atuação das TIC's, Niskier (1993) acrescenta que a Tecnologia Educacional não pretende impor-se como instrumento pedagógico por excelência, mesmo porque nenhum meio é capaz, isoladamente, de se tornar eficaz para todos os propósitos do ensino. Mas Beaufils (1996), dentro de uma visão construtivista, é enfático ao defender que a utilização de ambientes hipermidiáticos no setor educativo proporciona a ocasião de criar situações de aprendizagem baseadas em atividades e na autonomia dos aprendizes. Por outro lado, Legros & Crinon (2002), referindo-se ao fato de que esses ambientes de aprendizagem não podem prescindir de uma análise das bases cognitivistas na sua elaboração, defendem que é difícil conceber cenários pedagógicos sem conhecer precisamente o funcionamento cognitivo dos aprendizes nas atividades propostas, bem como os efeitos de seus ambientes sobre essas atividades. Acrescentam ainda que se faz necessário atender a necessidade de estudar em paralelo os aspectos técnicos, cognitivos e pedagógicos nos trabalhos que utilizem os ambientes hipermidiáticos na aprendizagem. No emprego desses ambientes, portanto, o que importa é compreender aquilo que pode mudar nas atividades de tratamento de informações postas em jogo nas diferentes tarefas.

Embora a tecnologia hipermídia seja substancialmente adequada à aplicações educacionais, ela não prescinde da condição primeira para que a aprendizagem ocorra, a intenção. Ou seja, a vontade explícita, demonstrada

pelos aprendizes, de buscar conhecimento. Assim, ante o desejo de aprender, a flexibilidade e a grande capacidade de exploração de informações relevantes, proporcionada pelo acesso não seqüencial desses ambientes, favorecem de forma consistente as associações e generalizações pertinentes ao aprendizado. É necessário, sobretudo, analisar criteriosamente os fatores de contribuição dos ambientes hipermidiáticos no ensino para evitar a apologia inflamada ou a condenação vazia, ambas incompatíveis com a ciência.

A literatura existente, especialmente em Choplin et al (2001), Legros & Crinon (2002), Moran (2001), Rhéaume (1993), aponta para uma tendência de migração dos sistemas educacionais tradicionais para uma modalidade que inclui os sistemas hipermidiáticos em razão de:

- 1) A ampla possibilidade de navegação, disponibilizada ao aluno, favorece a aprendizagem por descoberta em ambientes interativos, principalmente pelo fato de que o tempo de permanência em cada estágio fica sob o controle do aprendiz e não do professor.
- 2) Os ambientes hipermidiáticos podem ser modelados à semelhança da organização do pensamento humano, favorecendo a aproximação da estrutura conceitual do *expert* com a do aprendiz.
- 3) Diferentes canais de comunicação podem intervir no mesmo objeto simultaneamente, atingindo diferentes órgãos perceptivos.
- 4) A base de dados pode conter uma ampla diversidade de material didático disponibilizada ao aprendiz por meio dos recursos de acesso rápido.

Buscando esclarecer as razões da migração para os ambientes hipermidiáticos, Moran (2001, p.19) defende que a aprendizagem, a partir do processamento multimídico, "é mais livre, menos rígida, com conexões mais abertas, que passam pelo sensorial, pelo emocional e pela organização do racional". Ele acrescenta, entretanto, que os processos educacionais estão baseados, em sua maioria, no desenvolvimento da inteligência lingüística e lógico-matemática, esta última relacionada com os aspectos ligados ao raciocínio e às ciências exatas.

4.5 Softwares de aprendizagem de Geometria

Ambientes de aprendizagem mediada por computador que tratam de Geometria e de Matemática de modo geral, já não constituem mais novidade e deram causa à inúmeras publicações. Nesta tese foram selecionados, dentre os softwares disponíveis no mercado, quatro dos mais significativos a fim de serem utilizados como base paradigmática para os questionamentos pertinentes às novas propostas. Os quatro softwares de aprendizagem de Geometria selecionados encontram-se descritos a seguir:

- 1) Cabri Géomètre - programa de investigação geométrica.
- 2) Geometer's Sketchpad - programa para Geometria Euclidiana.
- 3) LOGO – programa de aprendizagem de geometria Euclidiana plana
- 4) Cinderella - programa de Geometria Euclidiana, Hiperbólica e Elíptica.

Cabri Géomètre: (CAhier BRouillon Interactif pour l'apprentissage de la géométrie) desenvolvido por J. M. Laborde, Franck Bellemain e Y. Baulac, junto ao Laboratório de Estruturas Discretas e de Didática da Universidade de Grenoble. É um software de Geometria Dinâmica para construção de figuras de geometria elementar que podem ser desenhadas com régua e compasso e posteriormente movimentadas e deformadas livremente. Ele não defende um programa curricular estruturado porque se trata de uma ferramenta de apoio a programas disciplinares de geometria. É uma proposta de interatividade e descoberta pela ação, de tendências construtivistas.

The Geometer's Sketchpad: (GSP): Trata-se de um *software* de geometria dinâmica, que apresenta funcionalidade semelhante ao Cabri géomètre, com uma proposta de micromundo para o aprendizado de Geometria Euclidiana. Foi desenvolvido por Nicholas Jackiw e é comercializado pela Key Curriculum Press (<http://www.keypress.com>).

Cinderella: É um *software* para Geometria Euclidiana, Hiperbólica e Elíptica que opera com exercícios interativos de correção automática. Foi desenvolvido na Alemanha em 1999 por Jürgen Richter-Gebert e Ulrich Kortenkamp (<http://www.cinderella.de>.) e foi programado em Java, o que lhe permite rodar nas plataformas Windows, Linux, Unix e Mac, além de poder exportar

imediatamente as construções interativas para a Internet.

Logo: Foi criado por Seymour Papert (MIT –USA), inicialmente como uma linguagem de programação para máquinas Apple, mas rapidamente sofreu as atualizações para os novos sistemas operacionais. A palavra ‘logo’, utilizada por Papert (1994) e equipe, designa algo abrangente como uma teoria de aprendizagem, uma linguagem de programação, um conjunto de material que possibilita identificar os processos mentais que atuam nas situações-problemas em que o usuário se vê imerso. O desenvolvimento da linguagem Logo se apoiou nos trabalhos de Jean Piaget, de quem Papert (1994) foi colaborador, segundo os quais a criança é um ser epistemológico capaz de construir sua estrutura de aprendizagem. O ato de programar nessa linguagem expressa a individualidade do usuário tanto quanto demonstra a sua forma de organização mental. A proposta consiste em disponibilizar aos alunos uma forma de programar computadores para desenhar figuras geométricas (mas não apenas isso) em atividades educacionais. O desenvolvimento dessa linguagem procedural, derivada da linguagem Lisp, consiste em permitir que as crianças enviem instruções para uma tartaruga se movimentar pela tela do computador dentro de um grupo de situações propostas, das quais o aluno, em função dos resultados obtidos torna-se capaz de raciocinar sobre os procedimentos adotados e tirar conclusões. O aprendizado acontece pelas ações de “uma criança inteligente que ensina o computador ‘burro’, ao invés de o computador inteligente ensinar a criança burra” (PAPERT, 1994, p.9). A crença era a de que cada aluno constrói individualmente uma representação do conhecimento pessoal ligado à sua experiência particular. Assim cada qual pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos baseado em atividades que envolvem conceitos espaciais que são adquiridos na primeira infância.

Além desses, podem ser citados ainda, como programas reconhecidos internacionalmente pela sua qualidade, os *softwares*: DrGeo, que trata de geometria dinâmica; Rurci – voltado à álgebra e trigonometria; Derive - *software* de matemática destinado ao cálculo diferencial; Geoplan e Geospac W – *software* de Geometria. Cada um deles com características bastante particulares que os distanciam do objeto deste trabalho, razão pela qual não

são abordados aqui.

Na Internet encontram-se dezenas de *sites* destinados à Geometria ou à Matemática, com alternativas de *softwares* sobre áreas específicas desse campo de conhecimento. Dentre eles podem ser citados:

- 1) <http://www.maplesoft.com/> software de matemática/ Maple ;
- 2) <http://www.keypress.com/> Software de Geometria / Geometer's Sketchpad;
- 3) <http://www.wolfram.com/> software de Matemática / Mathematica
- 4) <http://www.sciface.com/sciface.shtml> software de algebra /MuPAD
- 5) <http://www.didael.it/shop/schede/Ari-Lab/index.htm> / aritmética elementar

No que se refere à opção pedagógica adequada a esses sistemas, a bibliografia consultada não apresenta consenso quanto à eficácia dos métodos empregados nesses softwares, restringindo-se a registrar os aspectos funcionais (e positivos) de cada escolha. A convergência da bibliografia acontece nas conclusões de que os sistemas tutoriais de cunho condutista mostraram-se pouco eficazes no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, ao contrario daqueles de pedagogia ativa, como o Logo e o Cabri Géomètre, que se mostraram mais adequados à aprendizagem. Todavia, mesmo diante de melhores resultados obtidos nesses ambientes de tendência construtivista, a bibliografia não se ocupou em promover uma negação clara e indistinta do condutismo, até porque persiste a convicção de que as propostas comportamentalistas mostram-se parcialmente competentes apenas na transferência específicas habilidades automatizadas.

Os *softwares* Logo e Cabri Géomètre foram os pioneiros a adotar, para a Geometria, uma proposta alternativa à instrução programada e, com respeito a isso, Legros & Crionon (2002, p.19) afirmam que os *softwares* que adotam micromundos para simulações se revelam particularmente adaptados à aquisição de conceitos, à resolução de problemas e mais geralmente às atividades complexas de aprendizagem.

Na aplicação de ambientes hipermediáticos de aprendizagem de Geometria, a pedagogia ativa não consiste de processos diretivos por natureza,

mas de ambientes onde os acertos e os erros têm iguais significados e onde a interação desempenha papel central. A tendência cognitivista é abordar essa interação como ato solitário do indivíduo, enquanto que nas teorias apoiadas no interacionismo sócio-cultural o foco está nas atividades do grupo. A bibliografia consultada, portanto, não apresentou uma confrontação de resultados qualitativos entre essas duas teorias psicológicas frente ao aprendizado de Geometria em ambientes informatizados, mas exaltam as vantagens do aprendizado em ambientes colaborativos com amplo compartilhamento de informações. Assim, fica em aberto a análise dos efeitos de uma aprendizagem de Geometria, ocorrendo em uma comunidade que dispõe de uma bagagem própria de valores sócio-culturais, nos moldes da teoria da Cognição Situada.

4.6 Os ambientes hipermidiáticos e a Aprendizagem Situada

As mídias unidirecionais, como jornal, a televisão e o rádio, estão dividindo espaço com as mídias mais interativas onde acontece um misto de comunicação *off* e *on-line* (MORAM, 2001). Essas mudanças não pretendem individualizar o processo de aprendizagem nem dessocializá-lo. Pelo contrário, elas possibilitam a utilização de ferramentas que favorecem atividades sócio-interativas, fato que anima pesquisas nessa direção.

A dinâmica da aprendizagem situada, presencial ou à distância, desenvolve, no aprendiz, uma capacidade de aprender compartilhando os conhecimentos, conforme foi abordado no capítulo dois. O papel do ambiente hipermidiático é justamente o de facilitar esse processo de mobilidade focada no objetivo a ser alcançado.

As diretrizes gerais da Cognição Situada compreendem o professor como participante do processo, e não como ator principal e o seu papel consiste em atuar em circunstâncias de necessidade, e não em conduzir passo a passo o aprendizado do grupo de alunos que tutora. Sua função é a de estimular a curiosidade do aluno direcionando a aprendizagem ao meio sócio-profissional para que o aprendiz venha a 'querer conhecer', a pesquisar e buscar as informações mais relevantes. Por fim, como orientador, questiona alguns dos

dados apresentados, contextualiza os resultados e os adapta à realidade dos alunos.

No âmbito das TIC's parte desse trabalho passa a ser de atribuição do ambiente hipermidiático. Esse perfil do professor dá consistência ao pensamento de Moran (2001, p.8) quando afirma que as tecnologias permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e de tempo, "estabelecendo novas pontes entre o estar junto fisicamente e virtualmente". Com isso, os ambientes hipermidiáticos mostram-se adequados a sua finalidade principalmente nas condições da aprendizagem situada.

4.7 Ambientes hipermidiáticos no Ensino à Distância

A bibliografia de apoio sustenta que as tecnologias disponíveis permitem conferir ao EAD a condição de ferramenta de inserção social e cidadania às populações geograficamente dispersas, ampliando a atuação das instituições de ensino. À essa visão, Moran (2001) acrescenta que isso depende de uma reflexão crítica do papel da informática na aprendizagem e dos benefícios que ela pode trazer ao aluno como cidadão. Por isso, no que compete às fragilidades do processo, há indícios de que o desenvolvimento do ensino não presencial apoiado na metáfora do ambiente convencional que acontece nas salas de aula, repete as mesmas pedagogias e não está livre das mesmas críticas. Esse fato reclama uma identidade própria que pode ser facilitada pela transição tecnológica, onde se inserem os ambientes hipermidiáticos de aprendizagem.

As possibilidades de superação desses possíveis embaraços são apontadas por Ulbricht (1997) quando cita que a junção das diversas tecnologias pode contribuir para o êxito do ensino à distância mais efetivo tanto da sua extensão como em sua interação. Para Levy (1998, p.40) os ambientes hipermidiáticos "graças à sua dimensão reticular ou não linear, favorecem uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado". Assim, o trânsito fácil desses recursos pela infraestrutura de comunicação, potencializam o aprendizado à distância por viabilizarem diretrizes pedagógicas diferenciadas para cada necessidade particular.

4.8 Ambientes hipermediáticos, EAD e aprendizagem

Os ambientes hipermediáticos, no contexto sócio-cultural, têm por linha diretriz a convicção da existência de perspectivas através das quais os indivíduos podem ver o mundo segundo o modelo desenvolvido pelos valores apropriados do seu meio. Por essa razão, a criação ou a adaptação dos contextos reais deve levar em conta todo o processo de aprendizagem, incluindo as condições cognitivas dos aprendizes e a associatividade da memória humana (CASAS, 1999).

Na perspectiva da Cognição Situada de Lave e Wenger (1988), que leva em conta que o indivíduo aprende mais e melhor em grupos sociais contextualizados, o conhecimento se dá fundamentalmente no processo de interação e de comunicação interpessoal nas comunidades de aprendizagem. Com base em Moran (2001, p.24) que afirma que “a informação é o primeiro passo para conhecer”, os ambientes hipermediáticos mostram sua viabilidade, bastando para tanto que sejam moldados para atuarem integrados às atividades dessas comunidades.

Os ambientes hipermediáticos de aprendizagem se adaptam bem à pedagogia ativa quando dispõe de instrumentos que estimulam a comunicação e o compartilhamento de informações. A comunicação é, talvez, a única forma de participação em atividades de grupo e, na visão de Lévy (1998), quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprendeu. Ou seja, mais ativamente vai atuar no seu meio. É justamente na facilitação dos processos de comunicação, como fazem os ambientes hipermediáticos, que as tecnologias atuam sobre as comunidades de aprendizagem cooperativa e colaborativa.

A aprendizagem não presencial pode acontecer por meio de mecanismos síncronos ou assíncronos de diversas maneiras: *Chat; voice-mail; e-mail*, fórum, etc. que facilitam o intercâmbio de arquivos, documentos, opiniões, perguntas e respostas, etc. Por esses meios o ambiente de aprendizagem vai se transformando em um contexto de produção que coliga espontaneamente os grupos de aprendizado. Em razão disso, Santoro et al (1998), defendem que a cooperação está normalmente relacionada a métodos

que tentam promover aprendizagem através de esforços entre estudantes trabalhando em uma dada tarefa.

Santoro et all (1998) realizaram um estudo a respeito de ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computadores, desenvolvidos para dar suporte a uma ou mais atividades cooperativas em alguma forma de aprendizagem, ocasião em que foram analisados os *softwares* seguintes, com suas respectivas (e presumidas) teorias de sustentação:

- 1) NICE, baseado no construtivismo piagetiano.
- 2) CSILE, baseado no construtivismo;
- 3) CLARE, baseado no construtivismo;
- 4) BELVEDERE, aprendizagem baseada em problemas;
- 5) WEBSABER, aprendizagem baseada em problemas;
- 6) ARCOO, aprendizagem baseada em problemas;
- 7) COLLABORATORY NOTEBOOK, baseado na Cognição Situada;
- 8) PIE, baseado na Cognição Situada;
- 9) CaMILE, sem uma referência explícita da teoria de apôio

Nesses ambientes não foi identificado nenhum purismo na aplicação das teorias psicológicas, mas, justamente a predominância de uma delas por algum tipo de característica peculiar. As recorrentes referências feitas às situações-problema e aos aspectos colaborativos e cooperativos sinalizam para a eficácia da abordagem sócio-cultural que cria as condições ideais para a implementação de ambientes suportados pela teoria da Cognição Situada.

4.9 O uso da internet no EAD

A internet está, hoje, plenamente incorporada às atividades normais de uma gama muito grande de empresas, como instituições bancárias, companhias de aviação, bolsas de valores, bibliotecas, etc. Todas essas corporações se valem desse instrumento de comunicação e Informação nas suas atividades comerciais básicas em função da sua capacidade de veicular informações com segurança e rapidez. É também por essas razões que ela está sendo utilizada crescentemente no EAD. O seu uso sistêmico se dá tanto pela via da

distribuição de materiais de apoio pedagógico, quanto pela integração e interatividade que possibilita entre as pessoas conectadas. Com isso e por todo o seu potencial, a internet vem firmando o *e-learning*, como uma proposta que rivaliza o *e-Comerce*.

A inexistência do fator 'distância' e as infovias de bandas mais largas, que permitem o trânsito de diferentes mídias para o uso simultâneo em qualquer parte do mundo, sustentam as principais razões práticas do emprego da Internet nos programas educacionais. O conceito de WBT (*Web Based Training*) já faz parte do vocabulário das instituições de ensino e dos órgãos governamentais encarregados de conduzir políticas de educação.

Além de favorecer o surgimento das mais diversas comunidades de aprendizagem, os sistemas de informação distribuídos, como a *www* (*world wide web*), podem ser vistos como redes de informações onde "a ordem surge dos relacionamentos intuitivos produzidos pelos usuários enquanto navegam através de seus nodos" (PALAZZO, 2000, p. 39). A internet, comparada a outros meios, apresenta muitas vantagens na sua aplicação no EAD, como:

- 1) Redução de custos tanto para os aprendizes quanto para as escolas;
- 2) Capilaridade da rede que desconhece as fronteiras físicas entre países;
- 3) Simplicidade de atualizações;
- 4) Possibilidades de uso de recursos hipertextuais e multimidiáticos;
- 5) Atendimento a um maior número de alunos

4.10 A avaliação da aprendizagem em ambientes hipermediáticos

Os *softwares* citados no item 4.5 não se referem a um conteúdo delimitado a serviço de um determinado programa disciplinar. Eles tratam do aprendizado de Geometria de modo amplo, de forma que possa ser útil aos mais variados currículos. A interatividade que possibilitam faz com que o aprendiz identifique os seus acertos ou erros nas tarefas e possa lançar hipóteses e decidir por novos caminhos. O erro é incorporado ao processo de aprendizagem sem constituir um conjunto de escores que possibilitem uma forma de quantificação do aprendizado. Há outros *softwares*, a exemplo do Visual GD (ULBRICHT, 1997), que utilizam a acumulação dos acertos e/ou

erros para compor uma apreciação crítica sobre o aprendizado do aluno. Há, ainda, outros *softwares* de aprendizagem que utilizam biblioteca de erros para identificar as medidas corretivas necessárias ao aluno. Nesses sistemas os erros cometidos pelos aprendizes em problemas ou questões que lhes são oferecidas, deixam de ser tratados de forma simplificada ou polar (certo ou errado) e passam a ser comparados com uma classificação previamente proposta pelo *expert* autor do conteúdo pedagógico para, a partir daí migrar para situações que visam superar as deficiências de aprendizagem. Neste conjunto também pode ser incluído o projeto *ICICLE* de McCoy et al (1996) destinado a aprendizagem da língua inglesa.

Nos *softwares* educacionais do tipo tutor, relacionados com o ensino programado, ou nos ambientes hipermediáticos que fazem uso da acumulação de escores, ocorre uma simplificação que leva a considerar as respostas como rigorosamente corretas ou rigorosamente erradas. Os sistemas inferem o perfil do estudante para oferecer-lhe variações (principalmente na forma de textos e de exercícios complementares), a partir das contagens de acertos e erros. Entretanto, os erros de conhecimento, ou os casos em que houve acerto parcial, resultado de lapsos, deslizes, inconsistências ou ignorância parcial não são tratados ou são timidamente abordados, apesar de constituírem parte do processo de aprendizagem natural do ser humano desde a sua infância. Este assunto, entretanto, será tratado no capítulo cinco, ocasião em que será fundamentado o entendimento de erro humano utilizado nesta tese.

4.11 Sistemas dotados de agentes inteligentes

Agentes são ferramentas de ação autônoma, utilizadas internamente a um *software*, com capacidade de realização de tarefas específicas que lhe foram designadas, como: coletar informações, compara-las, inferir, etc. Ou seja, são dotados de sensores e de atuadores que correspondem a 'habilidades para atuar'. São como fragmentos de *software* com características humanas que facilitam a aprendizagem (FARAH, 2003 e VICCARI, 1992).

Palazzo (2000) e Delestre (2000) caracterizam o 'agente inteligente' como um ente dotado de capacidades de ação autônoma baseada em crenças

definidas, capaz de monitorar o ambiente e executar ações. Um agente pode ser qualquer sistema autônomo que percebe e age para alcançar um estreito conjunto de metas dentro de um específico ambiente virtual ou real, de forma autônoma e geralmente sob suas próprias crenças. Esse conjunto de argumentos, que conceituam os agentes inteligentes, constituem a visão adotada neste trabalho.

Os agentes inteligentes surgiram no contexto dos ITS como decorrência da decomposição desses sistemas complexos em diferentes entidades na tentativa de obter maior eficiência e proporcionar ao aluno uma instrução adaptada tanto na forma quanto no conteúdo (COSTA, 1999). Seus primeiros efeitos propiciaram o surgimento dos sistemas ILE (Interactive Learning Environment) voltados mais diretamente às questões de aprendizagem cooperativa em sistemas distribuídos melhorados com a inserção de micromundos. Nessas condições, os ILE tanto quanto os EIAC's (que parecem diferir apenas pela nomenclatura), oferecem ao aprendiz uma interação lúdica com o ambiente pela via de uma interface gráfica acessível e atrativa.

Apesar de não ter uma definição única na área de Inteligência artificial, é possível identificar pelo menos três propriedades de consenso de um agente: a personalização, a autonomia e a aprendizagem. Essas propriedades reforçam o conceito de que o agente tem uma forma de ser e agir.

Os agentes inteligentes, assim, decorrem da sofisticação dos mecanismos de identificação e proposição de ações, trabalhando na resolução de problemas usando heurísticas ou métodos baseados no conhecimento, podendo planejar, aprender e modificar suas percepções sobre o ambiente no qual estão inseridos (Costa, 1999). No âmbito das atividades de aprendizagem, os agentes atuam no sentido de ajustarem os estilos de aprendizado e os níveis de conhecimento do estudante, disponibilizando, além de informações, testes e feedbacks mais adequados, tudo em tempo real, de forma autônoma e sem a participação humana nessa tarefa.

Segundo Giraffa (1999) e Costa (1999), um ambiente de aprendizagem dotado de agentes inteligentes, tem como características ser composto de quatro módulos básicos: Módulo do Domínio, Módulo Tutor, Módulo do

Aprendiz, Módulo da Comunicação.

- 1) O módulo de domínio contém armazenado, sob a forma de fatos e regras, todo o conhecimento especializado que o sistema opera acerca de um determinado assunto a ser apresentado ao aluno e que serve como padrão para avaliação do desempenho.
- 2) O módulo do Aprendiz mantém o detalhamento (histórico) das informações personalizadas do estudante sobre o seu desenvolvimento no aprendizado (acertos, erros, material consultado, tempo de permanência, navegação, etc) com vistas a suprir o módulo tutor.
- 3) O módulo tutor (ou especialista) controla a representação do conhecimento instrucional para selecionar e seqüenciar o assunto a ser apresentado. Ele possui estratégias para detectar e decidir quando o aprendiz precisa de ajuda, qual a seqüência e quais os tipos de informações que devem ser ministradas.
- 4) O módulo de Comunicação está voltado à interface do sistema, com atenções voltadas à ergonomia, ao design e à metáfora. Ele possibilita que a interação entre o sistema e o aprendiz ocorra de maneira clara nos dois sentidos.

4.12 Sistemas Hiperídia Adaptativa (SHA)

A incorporação de agentes inteligentes aos ambientes hipermediáticos convencionais propiciaram diferentes situações de aprendizagem e fizeram emergir sistemas mais complexos classificados como adaptativos. Hiperídia Adaptativa (HA) é a área da ciência da computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hiperídia em geral às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários (BRUSILOVSKY, 1996).

A adaptação é voltada ao atendimento de usuários dotados de diferentes conhecimentos e diferentes objetivos e que, potencialmente, podem desenvolver diferentes navegações na busca conteúdos complementares onde o hiperespaço é razoavelmente grande. Brusilovsky (1996) considera que todo

sistema hipermídia, mesmo sem agentes inteligentes, já é, de uma certa forma, adaptativo, pois possibilita aos usuários escolherem o percurso que querem seguir dentro da aplicação. Para ele, denomina-se Hipermídia Adaptativa todo sistema de hipertexto ou hipermídia que reflita algumas características de seus usuários e que aplique este 'modelo-usuário' para adaptar alguns aspectos visíveis do sistema para as suas necessidades. Com isso os SHA são capazes de prover os diferentes usuários de informações atualizadas, subjetivamente interessantes, com a ilustração multimídia adequada ao contexto e em correspondência direta com o modelo do aluno.

Foi significativo para os sistemas hipermídia o surgimento, no início da década de 90, do sistema de modelagem do usuário, procedente dos sistemas especialistas e da Inteligência Artificial. Esses sistemas possuíam uma interface de programação (*Shell*) que permitia a configuração de modelos de usuários genéricos para diversas finalidades e a realização de ações baseadas nesses modelos (PALAZZO, 2003).

Atualmente a sistemática continua a mesma, com a construção de um modelo individual para o usuário, que é aplicado na adaptação de páginas do ambiente a fim de aumentar o nível de informações ou personalizar suas possibilidades de navegação limitando o espaço de *browsing*.

A adaptação do conteúdo dos nós acessados é consequência do conhecimento e das preferências que o usuário manifesta nas escolhas que faz durante sua navegação. Para exemplificar, o sistema tem condições de detectar se o usuário é principiante ou experiente. Sendo principiante, lhe oferece informações mais superficiais e explicativas enquanto que ao experiente oferece outras opções, com informações mais aprofundadas. Essa característica recebe a denominação de 'apresentação adaptativa'. Em geral isso se dá em nível de imagens ou de recortes e atributos de textos selecionados para a apresentação (PALAZZO, 2000).

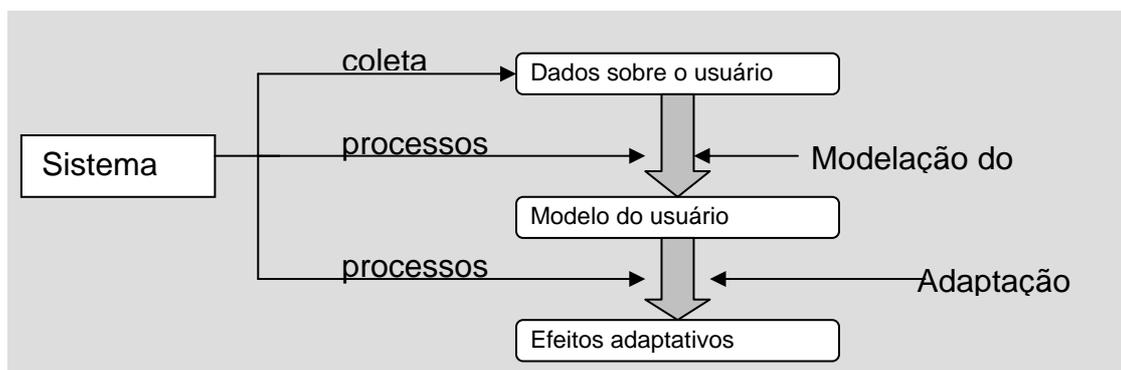
A adaptação dos *links* se ocupa da navegação, com o ajuste na linkagem entre os nós para auxiliar o usuário a orientar-se pelos caminhos possíveis no hiperespaço, sendo então chamada de 'navegação adaptativa'. Para exemplificar, em uma dada base de informações, a orientação da

navegação consiste em só permitir os *links* que possibilitem acessar os “conhecimentos úteis à resolução do problema corrente e somente esses sendo ativados na base de conhecimento” (TRICOT & BASTIEN, 1996, p.68). Para Brusilovsky (1996), o maior desenvolvimento das Hipermídias Adaptativas que ocorreu até agora, foi principalmente pela adaptação dos *links*, em razão da maior dificuldade, demonstrada na prática, para adaptar os conteúdos.

A navegação adaptativa se viabiliza pela apresentação direta de *links* (orientação), ocultação de *links*, classificação e adaptação de mapas. Como cada sistema adota um conjunto de regras de adaptação com sintaxe própria, essas modalidades podem ser apresentadas isoladamente ou de forma combinada.

Brusilowsky (1996) e Palazzo (2000, p.28) defendem que os sistemas de HA devem satisfazer a três critérios básicos: ser um sistema hipertexto ou hipermídia; possuir um modelo do usuário; e ser capaz de adaptar a hipermídia do sistema usando tal modelo. A figura 4.1 mostra esquematicamente como se processa a modelação em Sistemas HA.

Figura 4.1. Ciclo clássico de modelação em sistemas adaptativos.



Fonte: Brusilowsky (1996)

O caráter adaptativo dos ambientes hipermidiáticos é voltado ao aluno como um indivíduo e não atinge ao grupo como um todo. Entretanto Koslosky (2004) argumenta que os ambientes baseados em tecnologia digital têm potencial para retirar pessoas do isolamento encaminhando-as para atividades

em grupo de forma colaborativa, pois com a colaboração de cada um para a realização de atividades de aprendizagem formam-se laços e identidades sociais. Nesse sentido surge um interessante campo de indagação científica que visa conectar o caráter adaptativo do ambiente hipermidiático, voltado ao aluno como indivíduo, para as atividades cooperativas e colaborativas em comunidades de aprendizagem. Essa opinião é compartilhada por Palazzo (2003), que indica a possibilidade da aplicação principal ocorrer na direção do ensino à distância em comunidades virtuais, favorecido pela emergência da *world wide web* e pela proliferação de grupos de estudo em ambientes distribuídos.

4.13 Conclusão

Este capítulo se ocupou em demonstrar a evolução histórica das tecnologias de Informação e Comunicação e o papel importante que elas vem desempenhando em todas as frentes em que encontram aplicações. Buscou analisar também as mudanças que vem ocorrendo nos processos convencionais de ensino, especialmente com a apropriação dos ambientes hipermidiáticos de aprendizagem ao Ensino à Distância. O futuro indica para um fortalecimento significativo dessa modalidade de ensino, favorecido pelo uso das TIC's, onde se inserem os ambientes hipermidiáticos adaptativos.

No caminho que leva à uma aproximação cada vez maior da forma de pensamento do ser humano, os *softwares* incorporam cada vez mais as conquistas da Inteligência artificial, da psicologia cognitiva e das teorias psicológicas aplicadas à busca pelo conhecimento. Com a inclusão do relevante papel desempenhado pelos erros humanos na aprendizagem e sua conseqüente inclusão nos ambientes mediados por tecnologias aumenta a eficácia das modalidades de EAD. A velocidade do aprendizado, assim como a competência para 'aprender a aprender', possibilita que a aprendizagem possa livrar-se gradativamente da infraestrutura física da escola tradicional e ganhar as infovias criando novas relações inter e intrapessoais no interior de sociedades virtuais.

Este capítulo possibilitou, por fim, demonstrar que os ambientes

hipermidiáticos são, realmente, instrumentos importantes a viabilizar o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem que sigam as diretrizes da teoria da Cognição Situada, possibilitando um aprendizado socialmente contextualizado e amplamente compartilhado. As TIC's foram abordadas pela ótica de sua responsabilidade por grande parte das transformações culturais que incentivam, especialmente no que se refere à mística do acesso socializado ao conhecimento que se materializa no desenvolvimento científico e tecnológico.

O próximo capítulo tratará do tema 'o erro humano' no processo de aprendizagem, com ênfase na abordagem cognitivista, com o objetivo de buscar sentido nas diferentes respostas que os indivíduos são capazes de dar em condições de aprendizagem ou nas condições de prática profissional.

5 - O ERRO HUMANO

5.1 Introdução

As mais freqüentes abordagens dos Erros Humanos dizem respeito ao seu aspecto estatístico, onde o interesse reside na quantificação da freqüência com que ocorrem. A probabilidade de ocorrência do erro, com isso, passa a ser a ferramenta central a conduzir as ações de prevenção.

O erro humano não será abordado segundo o seu aspecto determinístico, mas sim focado nas diferentes condições de habilidades cognitivas em que ocorre. Este capítulo tenta demonstrar que a abordagem do 'erro humano' demanda uma análise de diferentes aspectos do seu caráter humano e social, de vez que sua percepção possibilita variados julgamentos, freqüentemente ligados aos valores que servem de modelos na sua delimitação. O paradigma social do 'certo e do errado' correlacionado com os processos cognitivos da pessoa que comete o erro passa a ser o foco principal desta abordagem com vistas a propiciar condições de análise dos eventos ou comportamentos nos quais acontece a percepção do erro.

A noção de Erro Humano é apresentada segundo sua relação com o princípio de que existe uma forma de proceder correta e uma incorreta na qual as pessoas devem ser capazes de discernir e se conduzir. Essa característica do ser humano tem sua gênese nos condicionantes sociais nos quais se insere e se reflete no seu comportamento observável (individual ou coletivo). Para dar corpo a este enfoque é apresentada e discutida a taxionomia GEMS de James Reason (2002) fundamentada nos trabalhos de Rasmussen (1986 e 1983) e Norman (1988). Constitui também ponto de abordagem a confiabilidade humana, segundo a visão de Leplat & Terssac (1990) que remetem a reflexão e análise dos erros segundo suas origens. São abordadas as tipologias oriundas das diferentes naturezas dos erros com vistas a evitar a forma redutora de tratá-los como falha intrínseca do aprendiz.

A fundamentação buscada neste capítulo é direcionada à identificação e apropriação de uma tipologia de erros humanos, não probabilística, que demonstre potencial de utilização junto aos ambientes hipermidiáticos de

aprendizagem, especialmente aqueles voltados ao domínio de Geometria.

5.2 Conceituações

Errar faz parte da natureza humana e absolutamente todas as pessoas, cometeram e cometem erros durante todo o transcurso de suas vidas sem que isso as desqualifique a viver em sociedade. O 'erro humano' é parte constituinte do comportamento do homem em sociedade e esse aspecto é o determinante na composição dos valores referenciais do 'certo e errado'. As conceituações de 'erro', atualmente em uso, ou têm como base a consideração dos mecanismos que concorrem na sua produção, ou se apóiam no estalão do 'correto'. O correto, por sua vez pressupõe o aprendizado e a obediência a padrões estabelecidos como modelo.

Para Brousseau (1986), o erro humano não é somente o efeito da ignorância, da incerteza e da casualidade, mas o resultado de um conhecimento anterior, que teve seu interesse, seu êxito, porém, agora, se revela falso ou simplesmente inadequado. Na linha de associar o erro ao conhecimento anterior, Pinto (1997, p.64) considera que "o erro é a contradição, a incoerência". Leplat & Terssac (1990, p.26), abrindo a perspectiva de conceituação, entende que "se alguém comete um erro é, sobretudo porque ele se encontra ante a necessidade de fazer frente a uma situação não otimizada". Reason (2002), por sua vez, seguindo uma lógica cognitivista, considera que o erro é um termo genérico que compara todas as ocasiões nas quais as seqüências mentais ou físicas planejadas falham em atingir seus resultados esperados e quando essas falhas não podem ser atribuídas a qualquer fator do acaso. O 'erro humano', neste caso, pode ser visto como um desvio de alguma norma ou o não atendimento a uma expectativa.

Independentemente do local ou forma como ele se manifesta e é observado, o erro humano está associado a um conjunto de matizes cognitivas identificáveis e classificáveis. O interesse reside na possibilidade de utilização nos processos de aprendizagem, desses aspectos identificáveis dos erros humanos. Para a visão desta tese, que aborda o erro na aprendizagem, o

sentido mais adequado ao erro humano está na direção de ser uma ocorrência observável, não condizente com o esperado e que demanda uma reflexão mais profunda.

5.3 Aspectos sócio-culturais do erro humano

Na contextualização social do erro, pode-se verificar que diferentes culturas, pelas referências que estabelecem, tratam de forma distinta erros idênticos. "No caso da moralidade, existem os preceitos estabelecidos dentro das diversas sociedades, a partir de suas determinações materiais e sociais" (LUCKESI, 2002, p.55). Exemplo disso é o caso dos furtos. Para alguns povos árabes de orientação muçulmana ele é punido com a amputação da mão esquerda enquanto que para os índios Xavantes não representa absolutamente nada de anormal porque todos os utensílios são considerados de uso coletivo.

Luckesi (2002, p.55) afirma que "do ponto de vista do Direito Público, Civil, Penal, etc., existem as leis, social e positivamente estabelecidas, que definem o que é correto". Por isso, existe um grande número de erros que não podem ser generalizados. O que não reduz a importância de seu trato científico.

Ao admitir a existência de um 'certo ou errado', entende-se que essa direção tem origem em um plano consciente que, por ser consciente, estabelece âncoras no comportamento social. Isto implica em afirmar que "errar", na grande maioria dos casos tem a ver com uma referência sociológica de que houve um comportamento fora do esperado. Ou seja, em princípio é possível estabelecer um entendimento basilar de que os erros constituem uma espécie de alerta indicativo de que houve uma frustração de expectativas.

A frase 'Errar é humano', por ser das mais pronunciadas, soa como um pedido de desculpas ao qual todos, indistintamente, parece ter direito, até porque induz à tolerância e à aceitação resignada da falibilidade humana. Para o professor Reason (2002, p.2) "o comportamento adequado e o erro sistemático são os dois lados da mesma moeda" dado que o erro humano e o comportamento normal tem a mesma origem mental e somente o sucesso, como paradigma, pode distinguir um do outro.

O Erro Humano, como parte observável de um comportamento

considerado inadequado ou fora do esperado e estando sempre associado a um parâmetro social estabelecido como correto, se torna uma produção de superfície como um sintoma de algo que se passa em níveis mais profundos e, para abordá-lo, é necessário ir à sua origem (BÉLANGER, 1997).

5.4 A polaridade do erro

A crença de que existe uma forma preferencial de proceder, em oposição a uma outra forma considerada indevida, produz nos indivíduos uma tendência quase inata de balizar-se sempre pelo certo, evitando o que é socialmente convencionado como errado. Luckesi (2002) considera que nesta perspectiva o erro é sempre fonte de condenação e castigo porque decorre de uma culpa e esta, segundo os padrões correntes de entendimento, deve ser reparada. “A idéia de culpa está articulada, dentre outras coisas, com a concepção filosófica-religiosa de que nascemos no pecado” (LUCKESI, 2002, p.51).

René Spitz (1996), pesquisador que se debruçou sobre o desenvolvimento do recém nascido, com o foco na relação mãe-bebê, produziu importantes estudos sobre a passagem, do bebê, da fase biológica para as fases posteriores que envolvem o psicológico e o social. Ele observou que na fase objetual, ao desenvolver suas capacidades perceptivas, a criança aprende que existe uma realidade distinta de si próprio e que a relação interpessoal se potencializa pela ação verbal que passa a desenvolver. É justamente nessa fase que principiam as regulações pelo ‘não’. Isto é, o conceito de certo e errado dicotômico surge na prática do permitido-negado protagonizado inicialmente pela relação mãe-bebê através do ‘não’ e se estendendo gradativamente, ao longo da vida, pelos demais mecanismos restritivos que consolidam os valores familiares e sociais.

A tolerância ao erro, mesmo sendo característica intrínseca do ser humano, apresenta diferentes formas para cada situação, sendo, esta, maior para com as crianças do que para com os adultos. Todavia ela está sempre ligada a questão da intencionalidade e consciência da ação indesejada, bem como dos efeitos dela conseqüentes.

O erro humano é relativo, singular e, ao mesmo tempo, passível de juízo de valor associado à ação e à punição, fato que em certas situações se torna uma desagradável experiência. Estendendo este raciocínio para o complexo da sociedade fundada na ética e na razão Luckesi (2002) acrescenta que a idéia do erro só pode emergir no contexto da existência de um padrão porque sem ele não há erro. Com esse direcionamento, Luckesi estabelece que uma conduta é, em princípio, somente uma conduta, um fato. Ela só pode ser qualificada como certa ou errada a partir de determinadas referências de julgamento, o que faz com que a polaridade 'certo/errado', para o julgamento de ações nem sempre seja adequada.

Todos os erros têm mecanismos cognitivos idênticos não importa que sejam erros médicos, judiciais, erros cometidos na escola, na rua, no convívio social, etc (REASON, 2002). A dimensão das conseqüências é que os torna aparentemente diferentes. Fica claro, assim, que errar é uma condição humana da qual a ciência, hoje, tenta tirar partido, como é o caso da lei de Murphy.

Em 1949, o engenheiro Edward Murphy da *North Base-USA*, trabalhando no projeto dos propulsores do foguete MX981 e testando a tolerância humana às acelerações, tornou famosa uma de suas frases que dizia: "se alguma coisa pode dar errado, isso fatalmente acontecerá". Ela acabou por se tornar, jocosamente, a 'lei de Murphy' e passou a simbolizar o pessimismo extremado. De alguma forma essa "lei" cumpre um papel paradigmático nas questões de segurança. Fortalece os objetivos a serem obstinadamente perseguidos por todos aqueles que direta ou indiretamente expõe ao risco vidas humanas ou elevados investimentos. Ela incentiva, assim, tanto a busca pela minimização das possibilidades de erro sistêmico quanto o fortalecimento da admissibilidade da falibilidade humana.

Para Pinto (1997, p.64) "o erro é a contradição, a incoerência". Bachelard (1996), focalizando o pensamento científico, defende que psicologicamente não há verdade sem erro retificado e neste sentido está de acordo com Popper (1989) quando defende o avanço da ciência a partir da falseabilidade. Referindo-se ao método científico baseado na tentativa e erro, Popper (1989) comenta que o nosso modo de aprender mediante tentativa e

erro consiste exatamente em eliminar os erros cometidos, no sentido de superá-los, e não penalizá-los. As tentativas são hipóteses e a eliminação dos erros é o modo pelo qual ocorre a adaptação. Popper(1989-2), depois de ter estabelecido a distinção entre certeza e verdade, lembra que o caminho na busca da verdade, entendida aqui também como 'conhecimento', passa pela conveniente abordagem dos erros humanos. Para ele, sem 'verdade' não podem existir nem 'erro' nem 'falseabilidade' e aquilo que é feito ao submeter as teorias à verificação é procurar descobrir os erros que podem estar escondidos nelas.

5.5 O erro na prática escolar

Para tratar dos erros cometidos durante a aprendizagem, convém, inicialmente, não perder de vista as condições de aprendizagem preconizadas pela teoria da Cognição Situada. O propósito é o de associar os aspectos sócio-culturais com a ocorrência de erros nas avaliações de rendimento escolar.

Para Pinto (2000) a tendência das escolas é de orientar a sua ação sobre o erro por uma perspectiva essencialmente empirista, isto é, sobretudo corretiva. Nos moldes ocidentais, as pessoas, desde pequenas, são socializadas de forma a desenvolverem resistência ao 'erro' para não exporem suas fraquezas (PÉRISSÉ, 2002). Isso é perceptível no comportamento típico dos alunos nas escolas tradicionais, que se sentem inferiorizados e são alvos de chacota de seus colegas diante de uma resposta errada ou uma nota baixa. Errar, tendo como consequência à exposição de uma situação adversa frente aos seus iguais, tem efeitos diretos na auto-estima e na motivação dos educandos, pelo sentimento de inferioridade que promovem. O sentimento de culpa que está associado ao erro e ao insucesso escolar favorece o desenvolvimento das condições de insegurança propícias ao surgimento de dificuldades de aprendizagem. Para Luckesi (2002) a partir do erro humano na prática escolar desenvolve-se e reforça-se no educando uma compreensão culposa da vida, pois além de ser castigado por outros, muitas vezes ele sofre ainda a autopunição.

Com a perspectiva de que a formação do cidadão se dá na escola, por ser este o local onde ele toma contato com as informações sistematizadas que servirão de base para a construção do conhecimento, ficam escamoteadas as complicadas relações estabelecidas entre a aprendizagem, a avaliação de aproveitamento e a ocorrência de erros. No que se refere precisamente a avaliação do rendimento escolar, quer seja através de exercícios, problemas ou testes objetivos onde contam apenas os acertos ou erros, essa relação entre o resultado e a auto-estima se torna mais evidente. Demo (2001) reforça esse ponto de vista ao sugerir que a avaliação pode sempre transformar-se em estigma, aprofundando a relação desigual entre as pessoas.

A teoria da Cognição Situada preconiza a criação de condições de desenvolvimento de uma cultura na qual os indivíduos e as comunidades participantes exponham e discutam as dificuldades e os erros que emergem dos processos de aprendizagem. Dentro do entendimento do equilíbrio entre singularidade pessoal e inserção cultural (PINTO, 1997), a análise das causas dos erros permitirá que o grupo aprenda com experiências individuais, prevenindo-se cognitivamente de semelhantes ocorrências futuras.

5.6 Confiabilidade

Confiabilidade e erro não se apresentam em extremada oposição porque o conceito de erro não sendo inteiramente compreensível, varia de acordo com a circunstância estabelecendo uma fronteira difusa entre ambos. Por essa razão esses dois conceitos precisam ser melhor explorados para dar conseqüência à proposição do presente trabalho.

A teoria do erro humano (*human error theory*) apresentada por Reason (2002), que tem por objetivo mostrar caminhos eficazes para lidar com o erro humano e aumentar a confiabilidade, oferece grande contribuição no trato desse assunto. Essa teoria, assim como a confiabilidade, recebe forte influência da teoria da probabilidade que compõe o campo da Estatística, amplamente tratada pelas ciências matemáticas. O alvo dessa teoria é a busca pela segurança na tomada de decisões, como conseqüência da confiança patrocinada pelo conhecimento. Neste sentido o conceito de conhecimento e a

forma como ele é obtido adquire especial destaque.

A confiabilidade é a probabilidade de alguém cumprir uma missão dada dentro das condições e dos limites aceitáveis pela sociedade (NICOLET, 1999). Leplat & Terssac (1990) conceituam a confiabilidade como a probabilidade que um indivíduo tem de efetuar com sucesso a missão que ele deve cumprir durante um determinado tempo e dentro de condições definidas. A confiabilidade é, portanto, passível de apreciação ou mensuração em termos de frequência de resultados.

5.7 Origens dos erros humanos

Pesquisar a origem dos erros é relevante porque o erro humano não provém senão dos executantes (humanos), jamais da matéria que compõe os objetos envolvidos. As pesquisas desenvolvidas sobre a gênese dos erros, indicam que "o essencial é compreendê-los para criar as condições de sua superação" (HADJI, 2001, p.101).

A compreensão dessa natureza é possibilitada pelo conhecimento da estrutura cognitiva que permite inferir o funcionamento dos mecanismos intelectuais dos indivíduos, embora não seja tarefa simples pela gama de possibilidades e complexidade que demanda o enquadramento na mesma base cognitiva. "O erro não é simplesmente um não-acerto, que deve ser lamentado, ou cujo absurdo deveria ser condenado. Ele pode tornar-se inteligível se, por exemplo, for considerado como o reflexo de uma coerência própria a este ou aquele registro" (HADJI, 2001, p.99). A importância da investigação da origem dos erros repousa na possibilidade de controle de suas conseqüências através da adoção de medidas apropriadas de salvaguardas.

5.8 A abordagem cognitivista do erro humano

As ações, responsáveis por resultados considerados dentro do esperado ou não, têm origem no conjunto de fatores que incluem as percepções, o tratamento de informações e a utilização de modelos mentais decorrentes das experiências anteriores que o indivíduo foi capaz de acumular. Os esquemas que ele criou não reproduzem essas experiências, mas as reconstruem,

possibilitando-lhe uma indicação do caminho a seguir. Por essa razão, o erro humano não deve ser visto como “uma fatalidade, mas antes como o preço a pagar pela formidável capacidade de adaptação e de tratamento de informação do ser humano” (JAMBON, 1996, p. 35).

O cognitivismo, que se ocupa do estudo da mente a partir da investigação da natureza das Representações Mentais, estabelece que o grau de domínio de um determinado conhecimento é função direta da capacidade do indivíduo de reter informações significativas e organizadas e prontamente recuperá-las quando a situação o exigir. O erro humano permeia todas as ações, físicas ou mentais, dos seres humanos e provém, portanto, de ações apoiadas nos modelos mentais e nas estratégias imaginadas a partir das experiências precedentes. A estatística tenta prever sua ocorrência, enquanto as ciências cognitivas tentam desvendar o mecanismo mental a ele associado. Assim, diante de situações que demandem atitudes do indivíduo, as ações decorrem da seleção que ele faz no estoque de representações que dispõe.

Larroque (2001) publicou uma pesquisa que fez com 290 alunos para verificar a representação que eles tinham do conceito de ‘erro’. O resultado desse trabalho mostrou que trinta e quatro palavras foram associadas a este conceito, sendo que as dez mais significativas foram: 44% a relacionaram com ‘falta’, 19% relacionaram com ‘deslizes ou lapso’, 19% com ‘estupidez’, 18% com ‘nota ruim’, 18% com ‘enganar-se’, 6% com ‘inatenção’, 5% com ‘falta de trabalho’, 4% com ‘desgraça’, 4% com ‘esquecimento’, 4% com ‘malogro’. Esse trabalho demonstra que, no âmbito (bem caracterizado e homogêneo) dos ‘alunos’ que compõe uma população, a própria palavra enseja um certo grau de ambiguidade. Essa diversidade de entendimentos relativamente ao significado da palavra denota bem a dimensão conceitual e cognitiva que ela provoca. Isso, entretanto, não diminui a importância do estudo adequado de suas origens. Para Astolfi (1999) o objetivo final de se conhecer melhor os erros é poder erradicá-los da produção dos alunos e para que isso se realize é necessário deixar que eles aconteçam ou, até, provocá-los, pois são sintomas dos obstáculos com que se defronta o estudante.

Extrapolando essa conclusão para o conjunto dos conhecimentos que as

peças possuem e avançando para as diferentes estratificações culturais, etárias, geográficas, etc. (onde a homogeneidade não é a mesma), é possível perceber o espectro de possibilidades de variação das representações que as pessoas podem apresentar. Como este trabalho se apoia na teoria da Cognição Situada, é necessário fazer o ajuste no sentido de que para cada indivíduo esse processo tenha implicações diretas no modelo de realidade que ele elabora e internaliza, e esse modelo está ancorado nas suas relações sócio-culturais (LAVE, 1988). Isto porque se os modelos não correspondem à realidade, as ações se mostram inadequadas.

5.9 A classificação dos erros humanos

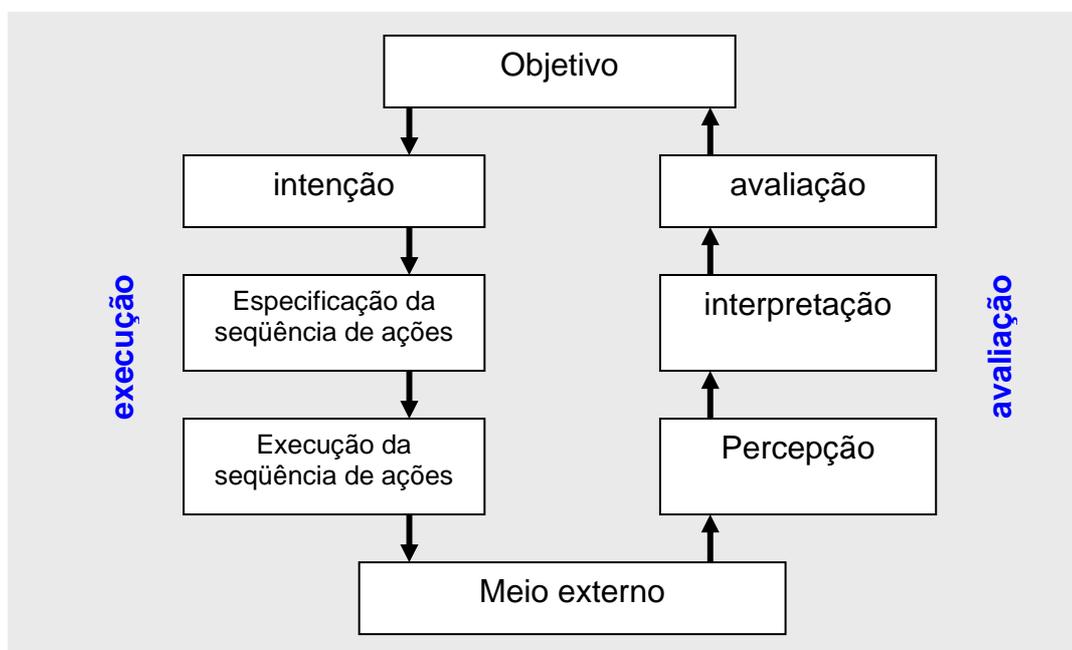
As possibilidades de organizar e classificar os erros estão na dependência da adoção de um modelo cognitivo que lhe dê sustentação, em função da complexidade que envolve essa tarefa. A partir da utilização de um modelo é possível proceder a análise qualitativa dos erros humanos, identificando suas causas, origem funcional e conseqüências, com vistas a possibilitar generalizações seguras.

Há duas formas distintas de analisar as causas dos erros humanos: uma é através da abordagem sistêmica e outra é a abordagem centrada no indivíduo. Essas abordagens, embora antagônicas quanto ao princípio, estão presentes simultaneamente na produção dos erros e sua identificação ajuda no controle de suas conseqüências. A abordagem sistêmica considera os fatores externos que intervêm na produção de uma ação fora do esperado, como os fatores físico-ambientais. A abordagem baseada no indivíduo considera que os erros provêm de suas ações intencionais ou não e enfoca a análise qualitativa dos erros remetendo-se aos modelos cognitivos associáveis ao processo. Além disso essa análise leva em conta também que os erros são conseqüência de fatores como falta de atenção, esquecimentos, confusões, baixa motivação, negligência, etc. Sob essas diretrizes é que foram propostos os modelos de classificação dos erros humanos aqui mencionados.

Norman (1988), ao tratar o erro humano segundo o enfoque cognitivista da teoria da Ação, propõe a divisão dos 'erros humanos' em dois grandes

grupos : aqueles originados das ações involuntárias e aqueles com origem nas ações voluntárias. Com base nisso ele estabelece a diferença entre o erro e o deslize. O erro acontece quando a intenção não é apropriada enquanto que o deslize ocorre quando a ação não é a pretendida. Issenmann (2001) enfatiza o pioneirismo da proposta de Norman, cuja teoria postula a decomposição das ações humanas em sete etapas que possibilitam que os erros sejam classificados segundo a sua ocorrência. Ele estabelece que os erros podem ser de planejamento, de execução ou de percepção. A figura 5.1 apresenta de forma sintetizada a proposta de Norman (1988).

Figura 5.1: As sete etapas de uma ação

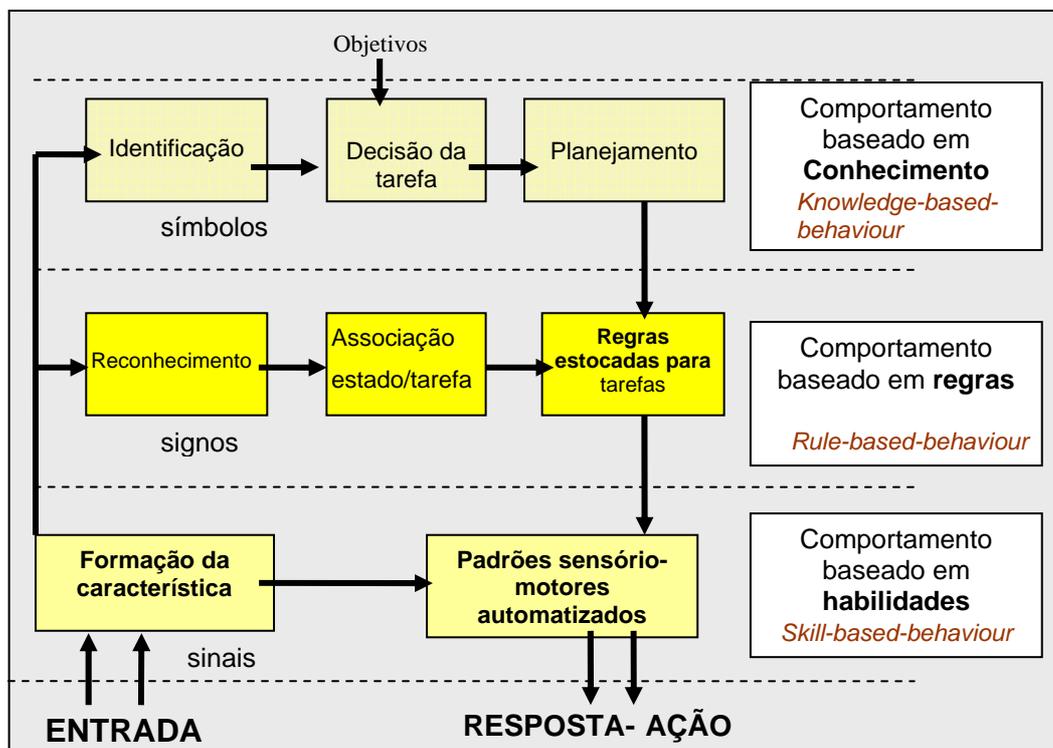


Fonte: Norman (1988)

Rasmussen (1983) propôs um modelo para analisar a dinâmica, dos comportamentos do homem frente às suas ações em condições de trabalho. O seu modelo cognitivo propõe, de forma clara e operacional, que a mente humana tem procedimentos mais rápidos e mais lentos de resolver problemas. O nível mais baixo corresponde ao mais rápido e é operado por sinais. É uma característica das situações muito familiares e corriqueiras onde a ação ocorre

de forma automática, com baixa atividade mental (não é necessário pensar já que está próximo da inconsciência). O nível intermediário, operado por signos, é característico de situações conhecidas e que requerem a aplicação de regras ou normas conhecidas para a sua solução. O nível alto e mais lento, característico de situações novas, necessita de uma atividade mental mais intensa, com plena consciência da delimitação da situação problema. A solução para a situação é obtida através do emprego combinado de conhecimentos prévios e raciocínio na elaboração de estratégias e planos de ação. A figura 5.2 mostra esquematicamente a sua proposta, conhecida como o Modelo SRK..

Figura 5.2: Arquitetura cognitiva de Rasmussen – Modelo SRK

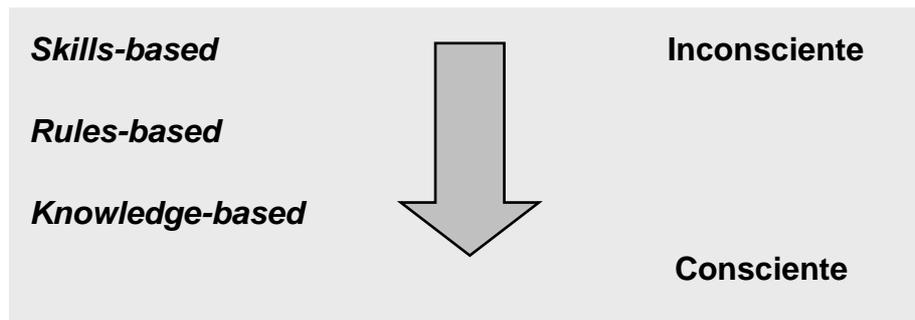


Fonte: adaptado de Rasmussen (1983)

No Modelo SRK de Rasmussen a familiaridade com a situação, como elemento central das atividades mentais, adquire importância central. Nos três níveis que estabeleceu podem ser observados com clareza que o grau de exigência cognitiva é inversamente proporcional às habilidades requeridas nas

ações das situações consideradas. Ou seja, quanto maior a familiaridade, menor o esforço cognitivo envolvido, conforme pode ser observado na figura 5.3. Essa arquitetura cognitiva, mesmo não sendo a mais completa, demonstra ser a mais adequada à abordagem dos erros humanos.

Fig 5.3 Os 3 níveis de habilidades cognitivas e o grau de consciência



Fonte: REASON (2002)

Os três níveis de habilidades cognitivas do modelo SRK de Jens Rasmussen podem ser descritos da seguinte maneira:

- Comportamento baseado em habilidades (*skill-based behaviour*): As ações *skill based* se referem a atos desenvolvidos de modo automático e sem dificuldades para quem adquiriu habilidade no desenvolvimento de uma tarefa. Está baseado nos automatismos, no qual o operador executa, de forma quase reflexa, a ação correspondente ao evento e não segundo um planejamento prévio. O treinamento tem o papel de desenvolver a habilidade da ação de modo a efetuar-la corretamente.
- Comportamento baseado em regras (*Rule-based behaviour*): São ações baseadas em regras ou instruções específicas, conseqüentes de experiências precedentes. Baseia-se nos procedimentos que um operador experimentado adota quando se encontra frente a uma situação conhecida. Esses procedimentos são pré-definidos e gravados em sua memória de longo prazo e entram em cena quando falham ou não se aplicam as do tipo *skill based*. Esses procedimentos explícitos estão à disposição do executor da ação, que os examina, interpreta e

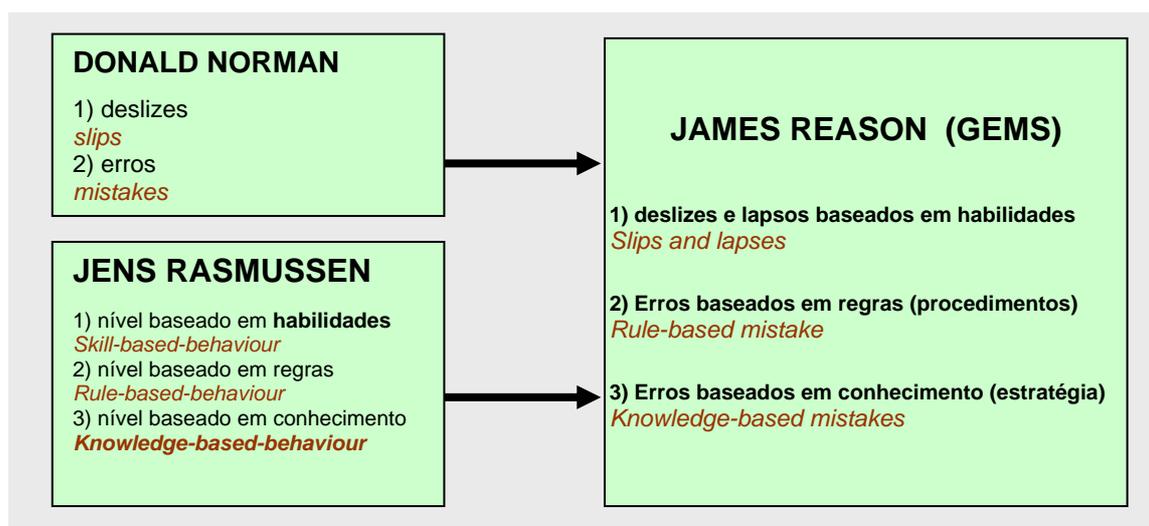
escolhe a regra que melhor resolva o problema.

- Comportamento baseado em conhecimentos (*Knowledge-based-behaviour*): Trata-se de ações em situações novas, que devem ser planejadas em tempo real, baseadas em processos analíticos de conhecimentos declarativos, no raciocínio, inferência, juízo e avaliação. Esse nível corresponde a situações desconhecidas com que se depara o indivíduo e que o obrigam a utilizar a sua memória e a sua capacidade de raciocínio para gerar estratégias, previsões, avaliações e eventualmente revisões de suas estratégias. As ações do tipo *knowledge-based* entram em cena quando falham as do tipo *rule-based*.

5.10 A taxionomia dos erros humanos do modelo GEMS

Com base na taxionomia de erros humanos proposta por Norman (1988) e no modelo SRK (*skill, rules and knowledge*) de Jens Rasmussen (1983), James Reason (2002) propôs, em 1990, o modelo de classificação dos erros humanos que denominou GEMS (*Generic Error Modelling System*) que é aqui apresentado de forma simplificada e cuja origem se encontra esquematizada na figura 5.4.

Figura 5.4: Origem do modelo GEMS



Na proposta de Reason (2002) há uma categorização dos erros

humanos em grandes grupos, baseados nos mecanismos e características cognitivas pertinentes. Nesta classificação, os erros são distinguidos segundo os mecanismos cognitivos envolvidos na sua produção (ISSENMANN, 2001).

O modelo GEMS adota o pressuposto de que a mente humana tem a tendência de colocar em ação automatismos e regras antes de aplicar o processo do conhecimento. Ou seja, a cada nova situação com que o indivíduo se defronta, um novo processo surge das heurísticas utilizadas e um novo esquema é arquivado.

No próximo evento semelhante a este, não será mais inédito e então serão empregadas as regras desenvolvidas anteriormente. Com a repetição de situações semelhantes o nível de habilidades cresce e as regras deixam de ser utilizadas de forma consciente, exatamente como preconiza Rasmussen (1983).

Para Reason (2002, p.9) "O estudo dos erros é amplamente um modo indutivo de questionamentos que não demanda em princípio, axiomas e definições precisas como as ciências dedutivas". Fica evidenciada, em sua proposta, a diferença que existe entre 'tipo de erro e forma de erro'.

Os tipos de erros conduzem a sua origem presumida, situando-o entre a concepção e a prática da seqüência de ações. As 'formas de erro' são decorrentes de falhas que podem aparecer qualquer que seja o tipo de atividade cognitiva (como por exemplo, o erro que acontece devido a uma desatenção).

Na proposta de Reason podem ser identificadas três classes de fatores cognitivos que exercem influências no comportamento humano por ocasião de ações que levam a erros: fatores de conhecimento; fatores de atenção dinâmica; e fatores estratégicos. O autor esclarece que esses fatores estabelecem plena correspondência com os níveis de habilidade cognitiva do modelo SRK de Rasmussen. Ele também defende que existem dois tipos primários de erros: *mistakes* e *slips and lapses*. Os *mistakes* (erros ou falhas) são subdivididos em dois tipos, segundo o estágio cognitivo em que acontecem as ações que lhe são associadas, conforme mostra a figura 5.5.

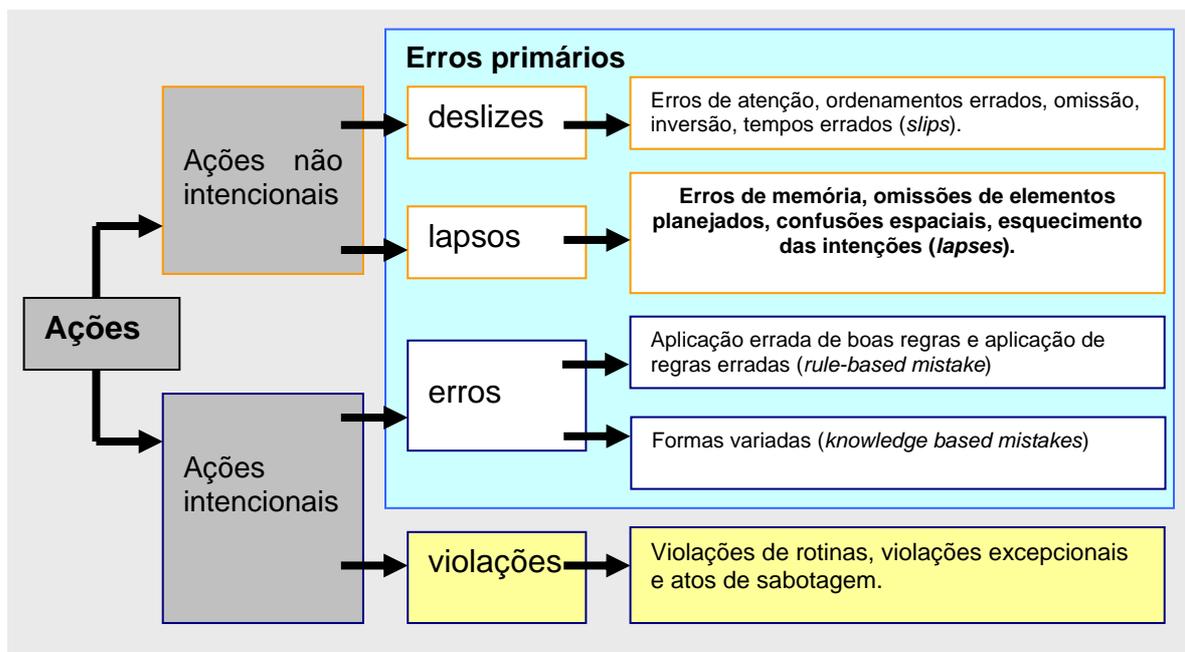
Figura 5.5: Erros primários e estágios cognitivos em que ocorrem

ESTAGIO COGNITIVO DE OCORRÊNCIA	ERRO PRIMÁRIO
Na execução	deslize (<i>slips</i>)
Na estrutura cognitiva	lapso (<i>lapses</i>)
Na identificação e planejamento	erro (<i>mistakes</i>)

Fonte: Reason 2002

Reason (2002) associa as violações e os tipos de erros primários às ações intencionais e não intencionais como forma de estabelecer que os erros são manifestações observáveis a partir das ações, conforme mostra a figura 5.6. Ele associa as violações e os tipos de erros primários às ações intencionais e não intencionais como forma de estabelecer que os erros são manifestações observáveis a partir das ações, conforme mostra a figura 5.6.

Figura 5.6: Relação entre Ação e Erro



Fonte: Adaptado de Reason (2002)

As violações, por terem mecanismos psicológicos distintos, tanto de ordem social como motivacional, são tratadas como atos de sabotagem no trabalho de Reason (2002). Nelas o indivíduo infringe voluntariamente as regras e se dá conta perfeitamente daquilo que está fazendo, sem, todavia se importar com as conseqüências. São atitudes classificadas como espertezas.

Nos processos de aprendizagem, que precisam contar com o engajamento voluntarioso do aprendiz, as violações ou as faltas devidas ao desinteresse são de abordagem extremamente difícil, nas quais a atuação individual do professor é requisitada. Típico dessa situação é o comportamento do aprendiz que se contenta em dar qualquer resposta para se 'livrar' do encargo que lhe foi repassado. Por ser da responsabilidade do aprendiz e por envolver o campo motivacional, não constitui objeto de apreciação do presente trabalho.

Os erros primários, estabelecidos pelo Modelo GEMS e apresentados na figura 5.4, portanto, tem a suas características ligadas aos níveis de habilidade cognitiva. Esta proposta deixa bem clara a divisão dos erros ou enganos (*mistakes*) em dois tipos, os erros baseados em regras (*rule-based-mistake*) e os erros baseados em conhecimentos (*knowledge-based-mistake*), cuja diferença inicia pela origem na intencionalidade da ação causadora conforme esclarece Reason (2002):

- 1) Deslizes (*slips*): São erros de execução de ações, onde se observa a presença de esquemas pré-construídos. Eles estão relacionados com a dinâmica mental automática e são do tipo 'não intencionais'. O autor identifica e age instantaneamente, mas a fase executiva da ação não corresponde ao esperado. Como resultado de atos inconscientes, a tarefa acaba por ser mal executada. O planejamento é válido, o indivíduo adota a estratégia certa, os procedimentos são adequados, mas a execução sai imperfeita. O automatismo da ação falha quando alguma coisa não prevista interfere naquele momento. Os *slips* são potencialmente observáveis como ações externalizadas de forma diferente da esperada. Como exemplo, um professor que atribui a um aluno, uma nota diferente daquela que tinha em mente, ou a pessoa que ao fazer uma ligação telefônica para a sua própria casa digita os

- números correspondentes a sua data de nascimento. São os erros ligados aos processos que envolvem atividades rotineiras e de alta frequência, susceptíveis a atuação de fatores como desatenção, ansiedade, irritação, stress, etc. e não ligados ao conhecimento.
- 2) Lapsos (*lapses*): São erros resultantes principalmente das situações de cansaço. Eles são 'não intencionais', conseqüentes de falhas da memória e que não se manifestam necessariamente no comportamento objetivo, mas que resultam evidentes somente para as pessoas que as os cometem. Juntamente com os *slips*, compõe o tipo de erro que não refletem o desconhecimento do assunto.
 - 3) Os erros baseados em regras (*rule-based mistakes*) são erros mais complexos do que os *slips and lapses*, porque o sujeito recorre às suas estruturas de conhecimentos já arquivadas e experimentadas. Esses erros podem ser de dois tipos: o primeiro provém da escolha da regra errada por causa de uma equivocada percepção da situação. O segundo se refere a incorreta aplicação de regras certas e precisas. Como exemplo, a prescrição, pelo médico, de um medicamento errado para a patologia do paciente, ou então, o remédio certo, porém na dosagem errada. Em ambas as situações, os erros estão ligados à má classificação da situação que conduzem a aplicação de regras erradas, ou à adoção de procedimentos incorretos.
 - 4) Os erros baseados no conhecimento (*knowledge-based-mistake*) são conseqüência da falta de esquemas ou regras para fazer frente à situação nova. O resultado negativo da ação reside no conhecimento insuficiente ou equivocado que a determinou. Tal erro é proveniente da dificuldade de dar respostas a problemas que apresentam uma ampla gama de possibilidades de escolha ou também, quando surgem situações novas e pouco conhecidas ou, ainda, quando as regras disponíveis não são suficientemente adequadas à adaptação a essa situação. São erros provenientes principalmente de falhas de planejamento. Neste caso as ações intencionais foram realizadas corretamente, de acordo com o planejado, porém o planejamento se

revela mal elaborado e inválido. Trata-se de erros de juízo ou inferência, conseqüentes de julgamentos e avaliações equivocadas nas quais os planos de ações mostram-se inadequados para alcançar o objetivo. Podem também estar relacionados com as deficiências na seleção de um objetivo ou com os meios empregados na busca da solução.

No entendimento de Reason (2002), os erros de seleção, de discriminação, de memória e de controle estão presentes neste enquadramento. A origem ou as causas dos *mistakes*, entretanto, tem uma identificação mais difícil do que os *slips and lapses*, pela complexidade que apresentam e pelas sutilezas que lhes são característica.

No que se refere à distinção entre tipos de erros e formas de erros Reason (2002) esclarece que o planejamento da ação se refere ao processo de identificação dos objetivos e da decisão sobre os meios de atingi-lo. Após a aceitação do plano pela estrutura cognitiva ele passa para a execução segundo o planejado.

Para Reason (2002) não existe uma boa classificação que responda a todas as necessidades de enfoque dos erros humanos. Isto se comprova na proposta de Astolfi (1999) que classificou os erros escolares em oito tipos: erros devidos a equivocada compreensão do enunciado; erros resultantes de hábitos escolares; erros que mostram concepções alternativas dos estudantes; erros ligados às operações intelectuais; erros que ocorrem no desenrolar dos trabalhos; erros devidos à sobrecarga cognitiva; erros que ocorrem por interferência de outras disciplinas mal compreendidas; erros causados pela complexidade própria do conteúdo. Como essa, outras classificações podem ser propostas diferindo sensivelmente uma da outra segundo a sua finalidade teórica ou prática. Assim, “somente certas classificações mais direcionadas respondem melhor as necessidades de um problema particular” (JAMBON, 1996, p.49), porém qualquer tipo de erro pode ser enquadrado no Modelo GEMS, fato que o torna paradigmático no que se refere a novas taxionomias. Isto é, cada uma das quatro possibilidades (deslizes, lapsos, erros baseados em regras e erros baseados no conhecimento) pode ser subdividida em

diferentes partes com características específicas dependendo dos objetivos dos interessados. Ou seja, a partir de sua proposta se torna possível propor taxonomias específicas de erros para cada condição especial de estudos localizados. Exemplo disso está no trabalho de Norman (1988), que identificou sete tipos distintos de deslizos: ativação involuntária; erro da captação; ativação dirigida pelos dados; ativação associativa; perda da ativação (esquecimento); esquecimento da intenção; etapas desordenadas da seqüência.

5.11 Os ambientes hipermidiáticos e os erros humanos

Os erros humanos produzidos em ambientes de aprendizagem mediados por computador, especialmente os que se ocupam do aprendizado da Geometria, tendem a ter um tratamento semelhante a o que ocorre na abordagem tradicional de ensino (condutista), onde, em linhas gerais, 'quando não está formal e inteiramente correto, está errado'. A bibliografia que aborda os temas voltados à avaliação e ao erro ligado à aprendizagem, especialmente Hadji (2001), Sant'Anna (2002), Pinto (2000), Luckesi (2002) e Rangel et al (2001), demonstra as inconsistências e as falhas dessa simplificação.

A evolução das tecnologias de *hardware* e *software*, acompanhadas pela Inteligência Artificial, tem permitido passar das primitivas e simplistas formas comportamentalistas de identificação de ocorrência do erro humano como indicativo de incapacidade e/ou desconhecimento, para outras formas progressivamente mais elaboradas, conforme pode ser observado nas duas situações abaixo:

1ª) Situação do erro polar, com a adoção do binário certo/errado: Esta proposta caracterizou os primeiros *softwares* instrucionais de origem comportamentalista que adotavam as respostas do tipo simples e múltipla escolha e que ainda hoje são utilizados em alguns processos de seleção para ingresso em Universidades, empresas de grande porte, etc. Os acertos são acumulados em forma de escores que permitem a obtenção de uma soma final correspondente à nota (desempenho) do aluno. Versões posteriores, mas ainda apoiadas nos recursos da Inteligência Artificial da década de setenta e

oienta, tratam os erros como indicadores de necessidades de cargas suplementares de conteúdo. Nesse caso o acerto leva à progressão enquanto o erro conduz a uma nova dose de conteúdo teórico-conceitual ou exercícios. Os *softwares* dedicados ao estudo da Geometria, como o Visual GD (ULBRICHT, 1997) e Geometrando (ULBRICHT et al, 2001) etc, são exemplos dessa abordagem. A utilização de tutores inteligentes possibilitou a adequação do perfil epistemológico do aprendiz a um processo pedagógico mais adequado. Entretanto, nesses casos não há, ainda, preocupação com os diferentes tipos de erros, principalmente no que se refere a sua origem cognitiva.

2ª) Sistemas baseados em biblioteca de erros: Nesses sistemas os erros deixam de ser tratados de forma simplificada ou polar (certo ou errado) e passam a admitir uma classificação retirada da experiência vivida pelo *expert* nas condições de ensino e de preparação do conteúdo. Exemplo desse tipo de sistema aplicado à Geometria é encontrado no ambiente hipermídia proposto por Vanzin (2001) e Valente (2003), Além da proposta de Danenberg et al (1990) para Um sistema tutor de ensino de piano. A biblioteca de erros proposta por Vanzin (2001) prevê a distinção entre erros graves e leves, destinando a cada caso um tratamento com adição de conteúdo tutorial. Na proposta de Dannenberg et al (1990) intitulada “*A Computer-Based Multi-Media Tutor for Beginning Piano Students*”, embora não trate do tema Geometria, possibilita a identificação de deslizos (consignados como erros simples) na execução de notas musicais, pela confrontação com um padrão estabelecido. Os outros erros da sua biblioteca ocupam posições de igual destaque, o que não permite estabelecer um paralelo com os níveis de habilidade cognitiva na verificação do conhecimento, não estando, portanto alinhado com a taxionomia GEMS. Valente (2003) propôs um ambiente de aprendizagem baseado em problemas, cuja seqüência se dá por meio de uma malha de pré-requisitos que pressupõe a correspondência com o conjunto de conceitos necessários. No que concerne aos ‘não acertos’ cometidos pelo aprendiz, este *software* propõe a identificação do erro ‘parcial e integral’, não guardando correspondência entre as ações e os respectivos níveis de

habilidade cognitiva, mas por meio da definição (pessoal) do autor do conteúdo. Na avaliação do conhecimento adquirido não há possibilidade de verificar se a resposta inadequada do aluno se deveu a deslizamentos, lapsos, má aplicação de regras ou desconhecimento total. Aqui, continua sendo o julgamento pessoal do autor do conteúdo (implementado no *software*) a determinar a gravidade ou a importância do erro e o correspondente destino (em ações tutoriais adequadas) dado a cada ocorrência. Portanto, também não identificado com o modelo GEMS de Reason (2002).

Pela subjetividade dos critérios de classificação dos erros, as bibliotecas criadas não seguem uma diretriz de consenso e possibilitam controvérsias quando confrontadas com outros *experts*. Isto é, por não seguir uma diretriz sustentada na Psicologia Cognitiva, distintas análises do conteúdo, feitas por conhecedores diferentes, podem produzir contraditórias bibliotecas de erros, resultando em diferentes diagnósticos. Isto põe em suspeição a eficácia do processo por evidenciar que grande parte dessas diferenças de entendimento relativas às dimensões e gravidade dos erros ocorrem porque os autores do conteúdo não dispõem de uma fundamentação objetiva e clara acerca do complexo tema 'erros humanos'. Ou seja, não se pautam pelas diretrizes da Psicologia Cognitiva na elaboração dos respectivos conteúdos e avaliações.

O campo de investigação científica do tema 'erros humanos', que surgiu a partir dos trabalhos de Norman (1988), Rasmussen (1983 e 1988), LePlat (1985), Astolfi (1999) e Reason (2002), abre importantes possibilidades de incorporar esta nova visão do tema aos ambientes hipermediáticos de aprendizagem, especialmente os que tratam de Geometria. Esta recente maneira de abordar a questão 'erro humano' adquire importância por focar principalmente a origem das ações observáveis e suas relações com a qualidade dos erros humanos produzidos em diferentes níveis de habilidade cognitiva.

Nas mais conhecidas ferramentas de aprendizagem de Geometria utilizando o computador, como é o caso dos *softwares*: Cabri-Geomètre, Sketchpad, Dr Geo, Geoplan, Geospace, Régua e Compasso, Euklid e Poly, os erros humanos também não recebem enquadramento segundo a ótica de uma

taxonomia geral originada do campo da Psicologia Cognitiva. A identificação do acerto ou erro fica por conta do aprendiz que manipula os dados e observa os resultados. Ou seja, o foco está na observação do que acontece e não na comparação com um modelo pré-existente, o que os torna distintos daqueles a que este estudo se direciona.

Há, portanto, nos ambientes de aprendizagem mediada por computador, especialmente os que tratam do aprendizado de Geometria, uma lacuna quanto à forma de abordar o erro humano.

5.12 Conclusão

O objetivo da abordagem sistematizada do erro humano é, por fim, a busca por uma aprendizagem eficiente, capaz de produzir um conhecimento sólido que atue como ferramenta para a inserção do cidadão na sociedade do conhecimento, conforme trata o capítulo um.

Os ambientes hipermediáticos, potencialmente importantes no processo de aprendizagem autônoma ou em comunidades, surgem como reforços importantes no sistema educacional, principalmente por mostrarem-se aptos a absorver as propostas pedagógicas das principais teorias e por permitirem cada vez mais, reproduzir, no ambiente virtual, condições cada vez melhores para a aprendizagem. Nesses ambientes atuam relevantes vetores que são claramente identificáveis, como: a linguagem, a informação, a comunicação, o conhecimento, as múltiplas inteligências dos aprendizes, os recursos tecnológicos e os avanços da Inteligência Artificial. A junção desses recursos aos aspectos sócio-culturais e humanos possibilita a aproximação cada vez maior entre homem e máquina e favorecem a aprendizagem.

Este capítulo buscou primeiramente aprofundar o entendimento do ‘erro humano’ de forma mais ampla, do ponto de vista humano e social e não apenas centrado em algumas de suas peculiaridades. A razão disso é que uma simplificação desse conceito tende a perpetuar aquelas avaliações distorcidas que o sistema educacional formal vem apresentando e que foram delineadas no capítulo dois. Na seqüência, este capítulo buscou demonstrar que a partir de uma visão global do erro humano, é possível particularizar uma taxonomia

aplicável aos processos de aprendizagem mediados por tecnologias para o atendimento ao esforço individual e coletivo de adquirir mais e melhor conhecimento.

A visão cognitivista do 'erro humano', apresentada por Reason (2002), não abordou o tema de forma estatística como a grande maioria dos trabalhos produzidos a cerca deste assunto. Nela intervieram as diretrizes sociais ligadas a origem dos erros, que possibilitam uma análise das conseqüências de forma distinta daquela de orientação probabilística. Essa abordagem sócio-cognitiva do erro humano é compatível com a orientação da teoria da Cognição Situada, abordada no capítulo um. Este aspecto é explorado no modelo de ambiente hipermidiático proposto no próximo capítulo.

6 – TEHCo: O MODELO PROPOSTO

6.1 Introdução.

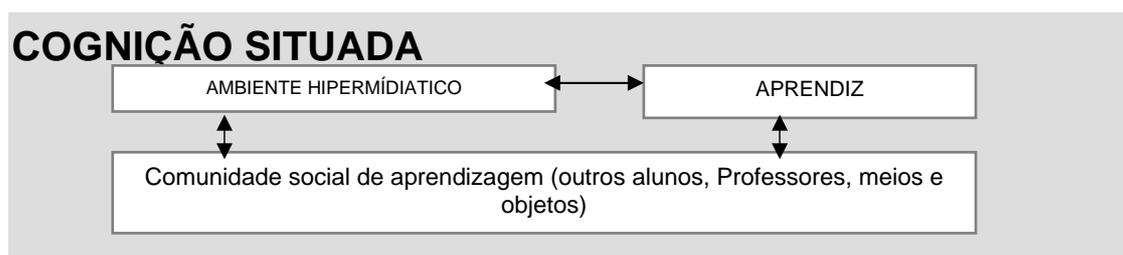
O modelo de ambiente hipermediático para aprendizagem TEHCo (Tratamento de Erro baseado nas Habilidades Cognitivas), aqui proposto, tem como ponto de partida o reconhecimento da contribuição que esses ambientes oferecem aos processos de aprendizagem.

Conforme foi demonstrado no capítulo cinco, os analisados ambientes hipermediáticos que tratam de Geometria, não abordam os erros cometidos pelos alunos durante o processo de aprendizagem segundo os níveis de habilidades cognitivas envolvidos. O tratamento dos erros, quando acontece, se dá através de bibliotecas fornecidas pelos especialistas autores do conteúdo. O desafio deste modelo foi o de focalizar o erro humano sob a ótica de uma taxionomia sustentada pela Psicologia Cognitiva. Mais especificamente consiste na adaptação do Modelo GEMS de Reason (2002) aos processos de aprendizagem. Esse direcionamento implica na não punição aos deslizes e lapsos e num direcionamento do conteúdo pedagógico às deficiências de conhecimento identificada no aprendiz.

6.2 Aspectos gerais do modelo TEHCo

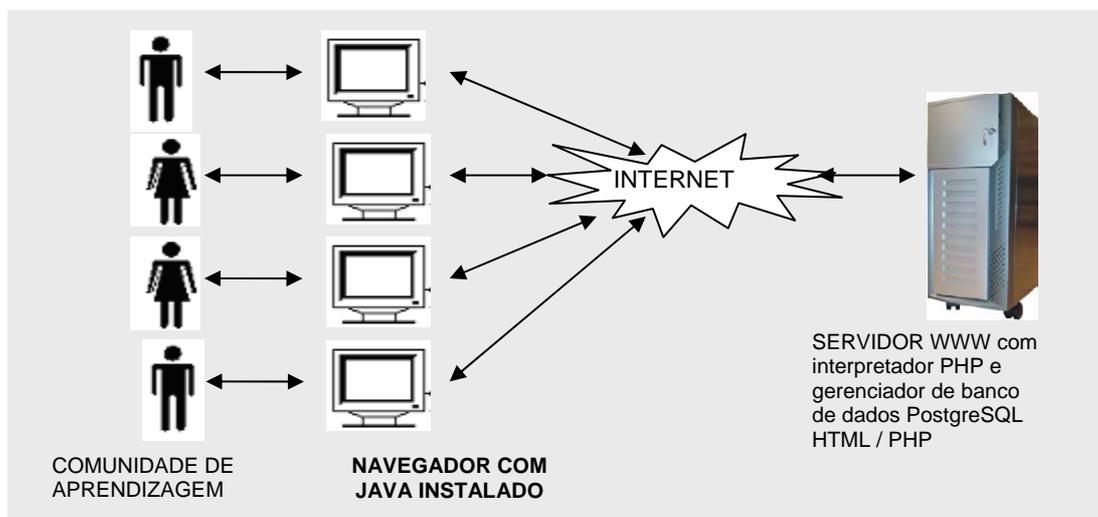
O modelo de ambiente hipermediático, aqui proposto, conforme mostra a figura 6.1, disponibiliza recursos para que aconteça a integração do aluno com sua comunidade de aprendizagem em torno do domínio que é o objeto de estudo. Entretanto, qualquer outra forma de interação que possa acontecer entre o aprendiz e o grupo social que forma a sua comunidade é considerada positiva para o processo.

Figura 6.1: Componentes do ambiente



A internet, por representar, hoje, a principal alternativa para o desenvolvimento do Ensino à Distância, é utilizada neste modelo como ferramenta que viabiliza tanto a forma síncrona quanto a assíncrona de relacionamento entre os componentes do grupo e o conteúdo pedagógico. Por essa razão, o ambiente hipermediático TEHCo adotou a arquitetura proposta por Valente (2003), que é desenvolvida em HTML e PHP (*Hipertext PreProcessor*) e que possibilita a integração de páginas www com banco de dados. O meio pelo qual a integração ocorre é o da arquitetura cliente/servidor (figura 6.2) com acesso à internet mediante um navegador dotado de *applet* Java para possibilitar a manipulação de figuras geométricas. O servidor www que hospeda o *site* tem o seu acesso permitido a clientes por meio de endereços eletrônicos (URL-*Uniform Resource Location*) em sistemas navegadores (*browsers*).

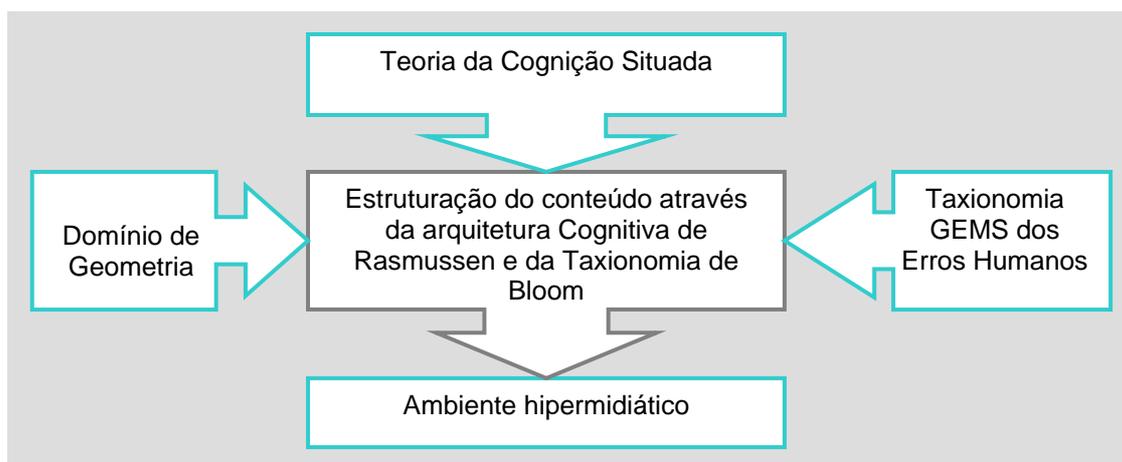
Figura 6.2: Arquitetura do sistema, baseada em Valente (2003)



6.2.1 Convergências

O modelo TEHCo é o resultado da convergência da teoria da Cognição Situada, do Ddomínio de Geometria e do modelo GEMS na estruturação do conteúdo segundo o modelo SRK em consonância com taxionomia de objetivos pedagógicos de Bloom (1972), conforme mostra a figura 6.3.

Figura 6.3: Campos de convergência



6.2.2 Conteúdo e público alvo

O conteúdo abordado por este modelo é o da parte da Geometria que trata da Geração de Superfícies. O foco não está no domínio da Geometria em si, mas no processo de aprendizagem mediado por tecnologias amparado pela teoria da Cognição Situada e utilizando os erros humanos, cognitivamente qualificados, como indicadores de diferentes atividades necessárias a um aprendizado mais consistente.

A proposta não se circunscreve a uma disciplina curricular específica, por não ser o objetivo deste trabalho. Ela aborda um tema que apresenta um histórico de notórias dificuldades e rejeições tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores, em função de suas características abstratas e de difícil contextualização.

Nas comunidades de aprendizagem as pessoas, ao se relacionarem, compartilham interesses comuns, conhecimentos, descobertas e aprendizagens (LAVE & WENGER, 1991). As comunidades de que trata esta proposta, são aquelas formadas no ambiente universitário, onde os membros se organizam em grupos de alunos com interesses bem caracterizados ligados às disciplinas que cursam. Esses grupos apresentam identidades calcadas nas diferentes áreas de formação, responsáveis pela terminologia própria, pelas especificidades das relações e pelos valores desenvolvidos.

O modelo desta proposta é aplicável ao apoio das disciplinas de

Geometria nas quais está contido o tema 'Geração de Superfícies Geométricas' e as comunidades de aprendizagem se referem a esse grupo de alunos. O modelo estimula a interação entre o grupo e busca a participação solidária na formação de um espírito cooperativo e colaborativo tanto na ocasião da aprendizagem quanto na formulação das conclusões a que chegam. A interação ocorre, fundamentalmente pela rede de computadores possibilitada pelas ferramentas de *chat* e fórum de discussão onde, além do objeto de aprendizagem, desenvolvem-se relações sociais, psicológicas e organizacionais que possibilitam reflexões e tomadas de decisão.

6.3 A teoria da Cognição Situada e o modelo proposto

Esta proposta utiliza os paradigmas da teoria da Cognição Situada como condição favorável à abordagem cognitiva do erro humano em comunidades de aprendizagem tendo em vista a ancoragem do erro humano nos valores sociais, conforme foi abordado no capítulo cinco. Essa teoria, por fornecer as diretrizes para o compartilhamento do conhecimento entre os atores, facilita a associação dos erros com as prescrições de conteúdos adicionais durante a aprendizagem.

Uma visão cognitivista mais ortodoxa do aprendizado, centrada no homem como processador de informações e dirigida por suas representações mentais, se mostra pouco adequada para o trato das particularidades do erro humano em situações práticas onde sobressaem as habilidades psico-motoras e cognitivas. Por essa razão, a presente proposta fundamentou-se na teoria da Cognição Situada, cujas idéias centrais englobam tanto os aspectos internos das elaborações mentais, no âmbito da estrutura cognitiva do indivíduo, quanto sua manifestação externa através de ações observáveis no comportamento social, de forma ajustada às nuances das relações humanas.

6.3.1 Contribuições da teoria da Cognição Situada ao modelo TEHCo

A teoria da Cognição Situada não prescinde nem da ação e nem da experiência (LAVE, 1988). Nela o conhecimento transcende o indivíduo cognoscente e, com ele, compõe o tripé que inclui o ambiente e a comunidade de aprendizagem. Nessas condições se desenvolvem valores, relações e

linguagens a partir de observações e experimentações que se tornam âncoras do saber compartilhado. Considerando que a Cognição Situada se tornou um denominador comum das demais teorias psicológicas que tratam da aprendizagem (LAVE, 1988), a compreensão utilizada nesta proposta, é a de que ela possibilita o desenvolvimento cognitivo do indivíduo e do grupo por meio da estruturação conceitual e da resolução de problemas, no contexto social dos aprendizes e cuja solução emerge das interações e colaboração.

Atuam no ambiente, simultaneamente, o indivíduo, a comunidade e os artefatos do meio, na busca por soluções de problemas mediante a permanente cooperação e colaboração. O conhecimento adquirido é compartilhado e distribuído aos demais membros, mediante ensinamentos mútuos, atividades interconectadas e instruções ancoradas no aprendiz e na comunidade onde opera. Nessas condições os *feedbacks* e as observações regulam o autodiagnóstico e favorecem a realização de atividades ajustadas com o padrão que o meio social estabelece.

6.3.2 Diretrizes da teoria da Cognição Situada utilizadas no modelo

A aprendizagem em ambientes de Cognição Situada impõe atividades contextualizadas, práticas reflexivas e ações colaborativas apoiadas em um repertório específico de conhecimentos localizados. Os membros da comunidade de aprendizagem são vistos como receptores e emissores ativos de informações e conhecimentos, capazes, por essa razão, de produzir novos conhecimentos e deliberarem sobre suas práticas, partilhando-as e aperfeiçoando-as através da inserção de inovações que aumentam sua eficácia (LAVE, 1988). Como não foram identificados ambientes hipermidiáticos de aprendizagem de Geometria sustentados pela teoria da Cognição situada, esta proposta estruturou, antes, as seguintes diretrizes:

- 1) Encorajar os alunos e professores à colaboração e interação social através da aprendizagem em um ambiente o mais próximo possível das situações da vida real nas quais os conhecimentos e as habilidades constituem interesse comum. Isto possibilita a conexão do objeto de ensino com a prática profissional nos níveis conceitual e experimental

- favorecendo a explicitação das conclusões retiradas das experiências.
- 2) Alternar as situações-problema educativas e situações-problema ancoradas na atividade profissional (HAHN, 1996) possibilitando o desenvolvimento de habilidades com análises e abstrações que levem às soluções por analogias e fortalecendo os vínculos com a realidade.
 - 3) Organizar o material educativo de forma que possa apresentar: distinção perceptiva, significado associativo, semelhanças conceituais, hierarquia conceitual, hierarquia associativa.
 - 4) Possibilitar aos aprendizes o trabalho conjunto para que desenvolvam a capacidade de aprender por observação, aprender fazendo, aprender pela linguagem em tarefas (explicitação do conhecimento tácito) e aprender pela intuição de termos e significados associados às ações (BROWN, COLLINS & DUGUID, 1989).
 - 5) Estimular a comunicação entre os participantes para que, ao expressarem-se durante as ações (redação ou oralização do conteúdo), pelas interações que proporcionam, criem uma representação coletiva do conhecimento e desenvolvam a percepção periférica.
 - 6) Possibilitar o *feedback* imediato na ocasião do erro, porque nesse momento o aluno precisa saber o que não está correndo conforme o esperado e de que forma isto está acontecendo. O processo de identificar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender um determinado conceito envolvido na solução do problema e pensar sobre as estratégias de resolução (VIEIRA, 2003). O *feedback* ao sistema hipermediático é também indispensável uma vez que ele é um ator no processo, e como tal, está sujeito às adequações ao grupo.
 - 7) Disponibilizar aos aprendizes, condições de realizar o autodiagnóstico da qualidade ou das deficiências de seu aprendizado.
 - 8) Favorecer a integração entre os membros da comunidade, reduzindo a importância do professor como centro do processo e estimulando a utilização do ambiente hipermediático como mediador ativo do aprendizado. Nessas condições o professor atua como integrante da comunidade de aprendizagem apenas como um recurso disponível a ser

acessado em caso de real necessidade. O conhecimento e não o professor está no centro da comunidade de aprendizagem.

A composição do conteúdo do domínio, obedecendo a essas diretrizes e com foco nas situações de erro durante a aprendizagem, constitui um dos pontos centrais deste modelo e precede as atividades de programação.

6.4 A adoção do modelo GEMS de erros humanos

A taxionomia cognitivista dos erros humanos, proposta por Reason¹ (2002) e desenvolvida no âmbito das relações ergonômicas, tratada no capítulo cinco, para ser empregada em processos de aprendizagem, requer um cenário capaz de focar tanto os comportamentos observáveis quanto as atividades mentais do aprendiz. A sua transposição para a aprendizagem em ambientes hipermidiáticos pressupõe a manipulação de um conjunto de condições favoráveis que serão expostas na seqüência.

A qualificação dos erros cometidos durante o processo de aprendizagem é uma condição necessária para fazer frente às falhas ou a insuficiência de conhecimento do aprendiz e ministrar, a partir daí, a medida exata da correção necessária. Essa identificação qualificada possibilita a correlação da ação que resultou diferente da esperada, com os mecanismos cognitivos envolvidos, passando do processo de ‘culpar o autor da ação’ para a condição de verificar os limites ergonômicos daquela atividade imperfeita. É também nesta circunstância que a proposta insere a taxionomia GEMS, cuja transposição para as condições de aprendizagem se viabiliza pela adoção das diretrizes da Cognição Situada. Aplicada à aprendizagem ela possibilita reduzir a probabilidade de tratar de forma distinta erros de natureza semelhante.

No modelo aqui proposto a taxionomia GEMS foi ajustada para relacionar as diferentes ocorrências com suas conseqüências imediatas no ambiente hipermidiático, conforme mostra a tabela 6.1. Para as violações esta proposta não dedica tratamento diferenciado, uma vez que “a formação é

¹ A primeira edição da obra de Reason é de 1990. A edição consultada pelo autor e citada na tese é de 2002.

atividade do sujeito, animado pelo desejo de saber, de (se) conhecer, de compreender o mundo, os outros e a si mesmo (...)" (BEBRARD, 1996). Violar é estar em oposição ao caráter volitivo da aprendizagem e por essa razão não cabe tratá-la como um erro a lamentar ou a corrigir, mas uma deformação do aprendizado de forma intencional.

Tabela 6.1: Taxionomia GEMS adaptada ao modelo TEHCo.

AJUSTE DA TAXIONOMIA DE REASON PARA À VERIFICAÇÃO DO APRENDIZADO ALINHADO COM A TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA	
TIPO DE OCORRÊNCIA	PRESCRIÇÃO
1) Acertos – As respostas estão dentro do esperado.	Progressão para novos conhecimentos, uma vez que o aprendiz demonstrou capacidade para tanto.
2) Deslizes (<i>slips</i>) - Procedimentos que não se referem à falta ou desvio de conhecimento, mas que não correspondem ao esperado. São eventuais e facilmente perceptíveis e identificáveis externamente. Não requerem recursos de aprendizagem adicionais.	Como o aprendiz só precisa de mais atenção no que está fazendo, ao serem identificados pelo sistema, são emitidos alertas visuais, sonoros ou em forma de questões pedindo confirmação, ou reformulando o teor da questão à qual o aprendiz não respondeu dentro do esperado. Em princípio a sua detecção não é prioritária por que não indica falta de saber.
3) Lapsos (<i>lapses</i>) - Não se referem, também, à falta ou desvio de conhecimento por serem temporais e difíceis de serem percebidos e identificados senão pelo próprio aprendiz. Não requerem recursos de aprendizagem adicionais.	Por serem de difícil identificação externa, quando declarados pelo aprendiz, os lapsos que tiverem causas no cansaço ou desatenção levarão à interrupção da seção de aprendizagem.
4) Erros baseados em regras (<i>rule-based-mistakes</i>) - Esses erros dizem respeito a equívocos ou inaptidões na seleção ou manuseio de regras ou normas de solução, ou aplicação da regra certa na medida equivocada. Estes erros são identificáveis e qualificáveis externamente.	Podem ser tratados mediante a revisão das regras conhecidas, apresentação de conteúdos adicionais direcionados a fixação de diretrizes, esclarecimento de normas e aplicação de exercícios.
5) Erros baseados em conhecimento (<i>knowledge-based-mistake</i>) - Referem-se a incapacidade do aluno de encontrar uma solução para o problema novo a partir dos conhecimentos que presumidamente tenha adquirido. Indicam falta/desvio de conhecimento. Estes erros são identificáveis e qualificáveis externamente.	As providências para a sua superação se constituem da reapresentação do conteúdo mediante orientações para a generalização dos conhecimentos e para reflexões que conduzam a deduções que favoreçam novas heurísticas, revisão dos fundamentos das regras conhecidas, estudo de casos e análise crítica com raciocínios voltados a utilização de princípios e analogias.
6) Violações (<i>violations</i>) - A burla (ou 'esperteza') é uma atitude, bem sucedida, que identifica a falta de compromisso do aluno com o aprendizado. É de difícil detecção e podem estar indiretamente ligadas a um conhecimento insuficiente do assunto.	Fogem do controle do ambiente hipermédia e, quando forem detectadas (e se isso acontecer), as ocorrências passam para o âmbito do professor, que estudará caso a caso indicando as medidas apropriadas.

Esta proposta prevê uma modelagem por descrição de erros, que se caracteriza pela forma como eles são previstos e descritos na base de conhecimento e como são tratados pelo sistema a partir das opções de resposta disponíveis, depois de confrontados com o nível de conhecimento inferido a partir do modelo do aluno¹.

A experiência acumulada pelos professores que compõe a equipe responsável pela elaboração do conteúdo é de fundamental importância para a indicação dos erros mais frequentemente cometidos pelos aprendizes. A listagem desses erros ao longo da história docente do *expert* possibilita a sua apropriação na composição do material pedagógico (principal e suplementar) e a elaboração da verificação do aprendizado. Essa tipificação dos erros consiste na sua categorização em três grupos básicos: aqueles produzidos pelos aprendizes que não detém o conhecimento suficiente; aqueles erros indicativos de que a aplicação do conhecimento é feita de maneira inadequada; e os erros frutos de desatenção, que não necessitam de conteúdo suplementar por não estarem associados à falta de conhecimento.

6.5 Balizas para o planejamento do conteúdo Pedagógico

O conjunto de informações relativas ao conteúdo pedagógico e aos erros tipificados pelos *experts*, associados ao objetivo a ser alcançado com a aprendizagem, possibilitam o estabelecimento das diretrizes e estratégias da elaboração do material pedagógico e das verificações do aprendizado. Em razão disso, o planejamento inicia pelo estabelecimento de uma correspondência do nível de habilidade com o domínio do tema que os especialistas pretendem proporcionar aos aprendizes. Para esta finalidade, a presente proposta adotou como referência a taxionomia dos objetivos pedagógicos de Bloom (1972).

6.5.1 A contribuição da taxionomia de Bloom

A taxionomia de Bloom estabelece seis níveis de conhecimento que vão do concreto ao abstrato (conhecimento, compreensão, aplicação, análise,

² Abordado no capítulo 4, item 4.11.

síntese e avaliação) distribuídos em três instâncias: a inferior, a intermediária e a superior conforme demonstrado na tabela 6.2.

Tabela 6.2: Níveis da Taxionomia de Bloom e colaboradores 1

Níveis de Referência	Equivalência com os níveis dos objetivos pedagógicos
<p>Nível básico ou operacional: Adequado a textualizações ou verbalizações de conceitos</p>	<p>1. <u>Conhecimento</u> (Recordar fatos, termos e princípios na forma em que foram aprendidos)</p> <p>a) Conhecimento de especificidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - conhecimento de terminologia - conhecimentos de fatos específicos <p>b) Conhecimento de maneiras e modos de lidar com especificidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> - conhecimento de convenções - conhecimento de tendências e seqüências - conhecimento de classificações e categorias - conhecimento de critérios - conhecimento de metodologias <p>c) Conhecimento de aspectos universais e abstrações em um campo</p> <ul style="list-style-type: none"> - conhecimento de princípios e generalizações - conhecimento de teorias e estruturas <p>2. <u>Compreensão</u> (Entender o material estudado sem necessariamente relacioná-lo com outro material)</p> <p>a) Tradução</p> <p>b) Interpretação</p> <p>c) Extrapolação</p>
<p>Nível Intermediário ou tático: Adequado ao estudo de casos e situações-problema familiares, que se caracterizam pela aplicação de regras ou normas conhecidas.</p>	<p>3. <u>Aplicação</u> (usar apropriadamente generalizações e abstrações em situações concretas)</p> <p>4. <u>Análise</u> (Separação do material em suas partes constituintes)</p> <p>a) Análise de elementos</p> <p>b) Análise de relações</p> <p>c) Análise de princípios de organização</p>
<p>Nível aprofundado ou estratégico: Adequado ao estudo de casos e busca de solução p/ situações-problema inéditas, que implicam em planejar e criar novas regras.</p>	<p>5. <u>Síntese</u> (Combinação dos elementos em uma nova estrutura)</p> <p>a) Produção de uma comunicação única</p> <p>b) Produção de um plano ou conjunto de operações</p> <p>c) Elaboração de um conjunto de relações abstratas</p> <p>6. <u>Avaliação</u> (Julgamento de valor do material à luz e um propósito específico)</p> <p>a) Julgamento em termos de evidência interna</p> <p>b) Julgamento em termos de critérios externos</p>

Fonte: Bloom (1977)

Essa taxionomia se apóia em três grandes áreas interdependentes: a

cognitiva (abrangendo a informação e o conhecimento), a afetiva (envolvendo as emoções, os valores as atitudes e os sentimentos) e a psicomotora (envolvendo atividades motoras, habilidades musculares e manipulação de objetos). Em síntese, para a elaboração do conteúdo pedagógico deve ser observado que os níveis mais concretos, do ‘conhecimento’ e da ‘compreensão’, se ocupam do ‘saber’. Os níveis da aplicação e da análise tratam do saber e do ‘saber fazer’, com o foco na utilização pertinente dos conhecimentos. Os níveis mais abstratos, da síntese e da avaliação, focalizam a aplicação da lógica e do raciocínio nas situações onde é requisitado, o saber e o saber fazer. Com base nisso o modelo TEHCo aborda três tipos de situações de aprendizagem: por ação, por exploração e por instrução, manipulando os principais processos cognitivos que concorrem em cada um deles. Para alcançar esses objetivos a elaboração do material pedagógico deve ser cautelosa na incorporação da representação pessoal do conhecimento de um só *expert* para não oferecer aos uma abstração distanciada da realidade.

Tabela 6.3: Níveis da Taxionomia de Bloom e colaboradores 2

Nível	Classificação Taxonômica	Definição do aprendizado em cada nível	infinitivos utilizados para mensurar o aprendizado.
1	Conhecimento	Neste nível de aprendizado o aluno armazena em sua memória as informações, idéias e princípios na forma em que lhes foram apresentados.	Definir, identificar, listar, rotular, nomear.
2	Compreensão	A partir deste nível o aluno inicia o processo de entendimento no qual ele traduz, compreende ou interpreta as informações.	Traduzir, explicar, resumir, ordenar, diferenciar.
3	Aplicação	Neste nível o aluno deve ser capaz de aplicar os conceitos adquiridos.	Resolver, aplicar, construir, desenvolver.
4	Análise	A partir deste nível o aluno deve tornar-se apto a analisar, separar e hierarquizar os conceitos adquiridos anteriormente.	Analisar, classificar, comparar deduzir.
5	Síntese	Neste nível o aluno já é capaz de gerar idéias de modo a formar novas estruturas	Planejar, propor, elaborar, formular, modificar
6	Avaliação	Aqui o aluno aprecia, avalia ou faz julgamentos com base nos padrões formulados anteriormente.	Julgar, argumentar, comparar, contrastar.

Fonte: Bloom (1977)

A organização do material deve privilegiar a realidade da comunidade a que se destina, onde os problemas e os casos devem refletir as situações reais que ligam o aprendiz às suas referências do mundo. Isso se justifica porque na teoria da Cognição Situada os aprendizes precisam trabalhar contextualizados para que possam explorar diferentes pontos de vista e estabelecer balizas de acertos e erros, investigar, encadear idéias, levantar hipóteses e testá-las durante a aprendizagem. A tabela 6.3 apresenta os seis níveis da taxionomia de Bloom correlacionados com verbos no infinitivo que possibilitam direcionar a condução da organização e produção do conteúdo.

6.5.2 Convergência Bloom / Rasmussen

Para dar conta do planejamento do conteúdo do domínio a ser utilizado neste ambiente hipermediático esta proposta faz convergir a taxionomia de Bloom para objetivos pedagógicos com o modelo SRK de Rasmussen (1983) que trata das habilidades cognitivas em diferentes estados de consciência. Segundo o que foi tratado no capítulo cinco, o modelo SRK possibilita a identificação dos diferentes níveis cognitivos que intervêm na execução das ações e tarefas frente a uma nova situação, conforme o que segue:

- 1) Nível aprofundado ou estratégico: caracteriza-se pela capacidade de encontrar solução para problemas inéditos a partir do domínio firme dos conceitos e de sua relação com as normas e regras já existentes. O foco está no planejamento e criação de novas formas de solucionar problemas a partir dos conhecimentos pré-existentes e suas relações possíveis.
- 2) Nível Intermediário ou tático: caracteriza-se pela habilidade na solução de problemas familiares. Exige nenhuma habilidade psico-motora e boa capacidade de reconhecimento e identificação dos parâmetros que compõe as situações-problema propostas, bem como de selecionar a metodologia, normas e regras adequadas para a chegar à solução.
- 3) Nível básico ou operacional: caracteriza-se pela elevada habilidade psico-motora e baixo nível de consciência. A resposta emerge de imediato sem necessidade do emprego do raciocínio e, por isso, não está relacionado com situações problema em função da baixa demanda cognitiva.

No primeiro contato com a situação, que acontece quando ocorrem os 'inputs' sensoriais, o aprendiz busca por esquemas cognitivos apropriados para a delimitação de uma representação sobre os dados principais da tarefa inteira e estabelece planos e estratégias de ação. A segunda fase, após a obtenção da solução, se caracteriza pela estabilização dos procedimentos e pela criação de regras que serão usadas em situações semelhantes. A partir da repetição dessa situação, os procedimentos são ajustados, aperfeiçoados e seqüenciados. A terceira fase está ligada a freqüência das ocorrências e trata do desenvolvimento das habilidades e automatização dos procedimentos, com respostas rápidas e precisas que demandem baixo grau de consciência.

O modelo SRK combinado com a taxionomia de Bloom possibilita uma visão clara da relação dos níveis de habilidades cognitivas correspondente a cada nível de exigência do aluno em situação de aprendizagem. Esta correspondência põe em sintonia os objetivos pedagógicos com as habilidades cognitivas do aprendiz, identificadas tanto no contacto com o conteúdo quanto frente à sua verificação. Assim, uma vez estabelecida essa sintonia, a elaboração do conteúdo pedagógico, possibilita o trato dos erros segundo o modelo GEMS, o qual também é apoiado no modelo SRK.

A figura 6.4 trata dessa convergência e mostra que os problemas, ou questões, emergentes de cada um desses três níveis tem características particulares, porém consentâneas com o aprendizado adquirido e, por conseqüência, compatíveis com a identificação dos erros previstos no GEMS.

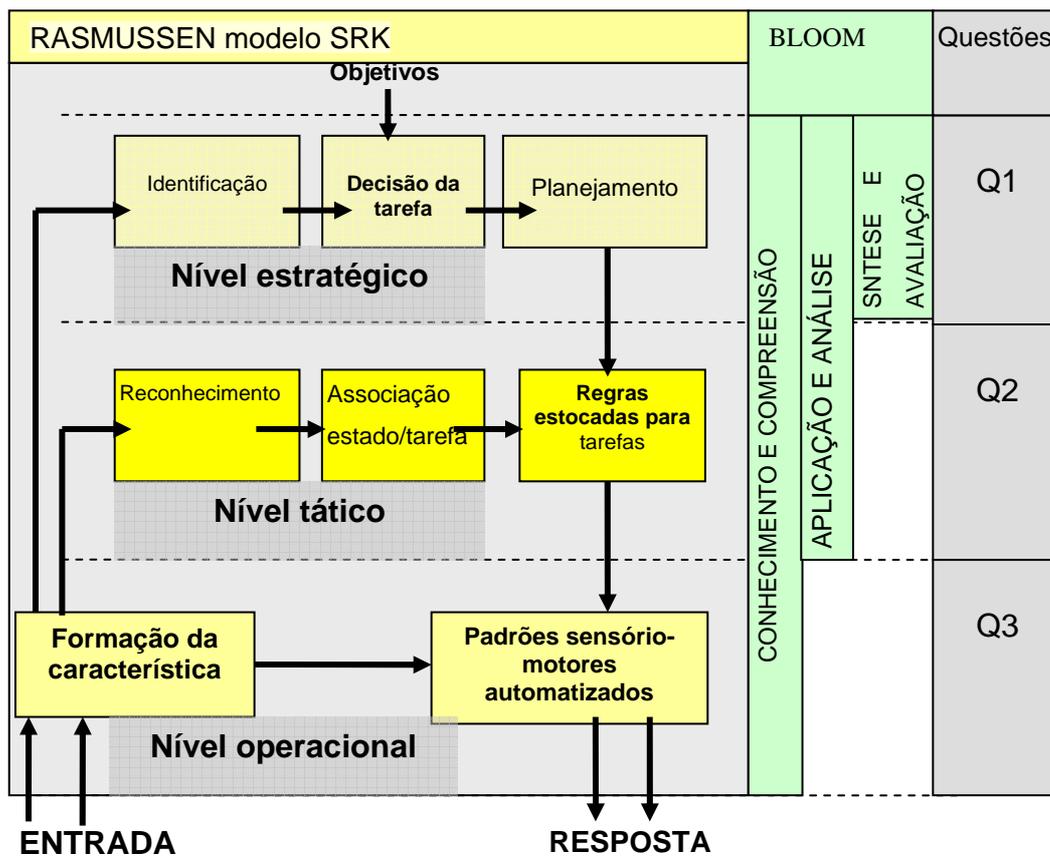
O nível estratégico se caracteriza pela avaliação e síntese, mas admite, em seu desenvolvimento, aplicação, análise, compreensão e conhecimento. O nível tático se caracteriza pela aplicação e análise, mas admite o componente do conhecimento e compreensão. O nível operacional, por fim, se caracteriza pelo conhecimento e compreensão. A cada um desses três níveis está associado um tipo de questão:

- 1) Q1 são questões que privilegiam a síntese e a avaliação na elaboração de planejamento para obter a solução do problema (não excluindo, entretanto, os aspectos ligados aos demais níveis de Bloom).
- 2) Q2 são questões que privilegiam a análise do problema para a aplicação

de regras e normas conhecidas (não excluindo, entretanto, os aspectos ligados ao conhecimento e compreensão).

- 3) Q3 são questões que sondam a existência de conhecimento declarativo, capaz de demonstrar a compreensão do conteúdo, bem como tratam dos conhecimentos ligados à habilidades psicomotoras.

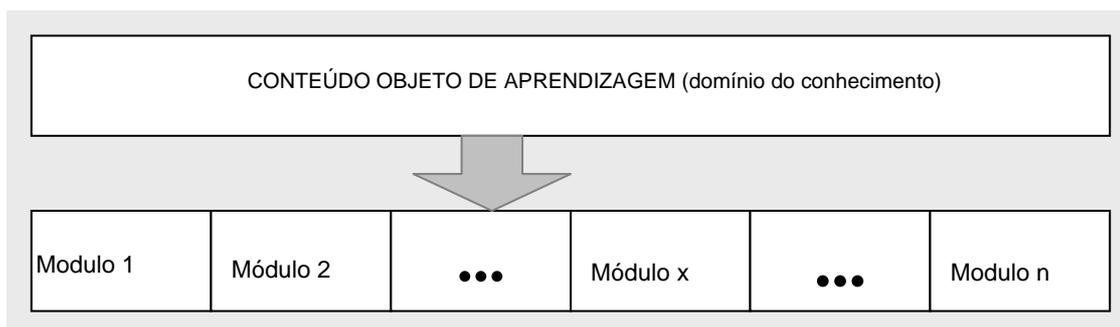
Figura 6.4: Convergência da taxionomia de Bloom e da arquitetura SRK



6.5.3 Modulação do conteúdo do domínio para o modelo TEHCo

Para atender ao propósito de manter constante ajuste da aprendizagem mediante a identificação e tratamento de erros o mais próximo possível do momento em que eles acontecem, esta proposta adotou o fracionamento do conteúdo do domínio em módulos, conforme mostra o esquema da figura 6.5. A estruturação do conteúdo de cada um desses módulos seguiu as orientações acima na composição das atividades de fixação de conceitos e atividades laborais.

Figura 6.5: Modulação do conteúdo



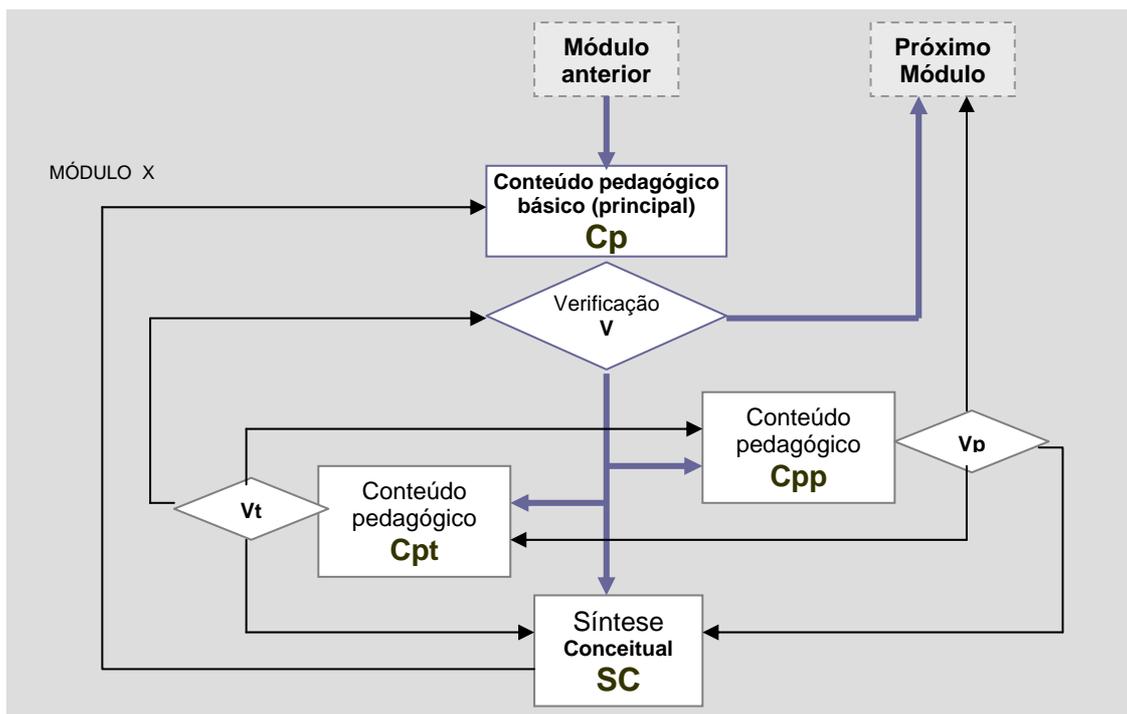
Esta forma de organização do conteúdo não implica na apresentação dos módulos em seqüência linear, de vez que a proposta sustenta a necessidade da livre navegação na formação dos conceitos. Por outro lado, essa subdivisão em módulos é compatível tanto com a abordagem algorítmica (de seqüências pré-definidas de atividades que propiciem ao aluno uma aprendizagem de um determinado assunto objetivado) quanto a abordagem chamada heurística sob o controle do próprio aprendiz (caracterizada pelo aprendizado desenvolvido em um ambiente que explora atividades voltadas ao desenvolvimento de habilidades por meio de solução de problemas e manipulação de objetos).

Cada um dos 'n' módulos, obtidos do fracionamento do conteúdo do domínio a ser disponibilizado aos aprendizes, é composto de um conteúdo específico estruturado de quatro formas diferentes:

- 1) Conteúdo pedagógico principal (básico) do módulo (Cp): É composto de uma seqüência de telas onde o aprendiz interage e determina o seu próprio caminho por meio da livre navegação. É o primeiro conteúdo (de caráter obrigatório) que o aluno entra em contacto ao ingressar no módulo. Se na verificação (V), ao final deste conteúdo pedagógico, o aprendiz demonstrar ter obtido o conhecimento, ele progride para um novo módulo, caso contrário será conduzido a um dos três conteúdos suplementares Cpt, Cpp ou Sc, de acordo com o erro ou reincidência.
- 2) Conteúdo suplementar teórico (Cpt): É voltado ao fortalecimento conceitual-teórico e é destinado ao aprendiz que demonstrar insuficiência de conhecimento nas averiguações de aprendizagem do

- respectivo módulo (erros baseados em conhecimento). Ao final deste conteúdo há uma nova verificação do aprendizado.
- 3) Conteúdo suplementar voltado ao fortalecimento da capacidade de aplicação prática do conteúdo (Cpp): É destinado aos alunos que demonstrarem dificuldades na aplicação do conhecimento em situações-problema conhecidas (erros de aplicação de regras).
 - 4) Síntese Conceitual (Sc): é o conjunto dos principais conceitos desenvolvidos no módulo. É oferecido em forma de 'revisão' para o aluno que não foi capaz de assimilá-los em seu contacto com os três conteúdos pedagógicos Cp, Cpt e Cpp. Após receber esse conteúdo, o aluno deverá refazer o módulo pedagógico principal (Cp).

Figura 6.6: Articulação entre os conteúdos pedagógicos para cada módulo



Apenas considerando essas quatro formas de apresentação do conteúdo e sem levar em conta os outros fatores que constituem este modelo, a figura 6.6 mostra como acontece a articulação dessas modalidades. O aluno, proveniente de um módulo anterior, ao chegar no módulo x recebe o conteúdo

principal e é submetido a uma verificação. Obtendo êxito segue para o próximo módulo de sua livre escolha, ou aceita a sugestão *default* do sistema. Caso não tenha ocorrido acerto o sistema verifica o tipo de erro cometido e encaminha o aluno a um dos dois conteúdos suplementares Cpt ou Cpp. No final de cada conteúdo suplementar há uma verificação que, de acordo com o resultado, conduz o aprendiz a uma das três possibilidades indicadas na figura 6.6.

No caso do Cpt, o sucesso nessa verificação o conduz de volta à verificação do conteúdo principal, na qual ele não tinha conseguido o resultado esperado inicialmente. No conteúdo Cpp, a resposta esperada (correta) leva o aprendiz ao próximo módulo. A reincidência em erro, entretanto, conduz o aprendiz ao outro módulo. Ou seja, não demonstrando conhecimento em Cpt ele é conduzido a Cpp e, se estiver em Cpp, não demonstrando evolução na aprendizagem, passa para o conteúdo Cpt. A Síntese conceitual Cs (revisão) só é oferecida ao aluno depois dele passar sem sucesso pelos três conteúdos pedagógicos (Cp, Cpt e Cpp). Após ter recebido a Sc, o aluno é direcionado a refazer o módulo principal. Em caso de insucesso (4ª vez) são acionadas as providências externas indicadas pelo professor mediador. A inserção dessa correlação de conteúdos no ambiente hipermediático com a adição das situações de identificação de deslizos, lapsos, auto-diagnóstico e confronto com o modelo do aluno, será abordada nos itens 6. 6.3.

6.5.4 Planejamento das verificações

A finalidade última do conhecimento é a sua utilização (SANTOS, 2003) e a ação ordenada, dele conseqüente é, por fim, o que o ambiente busca capacitar. Assim, a verificação do aprendizado, aqui utilizada, não corresponde à avaliação ou à atribuição de sentenças de valor sobre o certo ou o errado, porque a formação profissional de um indivíduo pressupõe o seu desenvolvimento em níveis de competências profissionais aplicáveis à sua vida profissional (LUCKESI, 2002).

Este modelo não foca a avaliação, mas a aprendizagem, razão porque busca identificar no aprendiz, através dos erros cometidos por ele, a necessidade de conteúdo suplementar de fundamentação teórica ou de

desenvolvimento prático para generalização dos conhecimentos adquiridos. Os deslizes, por serem respostas incorretas oriundas de desatenções e não de falta de conhecimento, ao serem detectados externamente, são tratados de forma diferente daquela dada aos erros. Os lapsos, entretanto, por serem de difícil detecção externa em função de estarem ligados à memória de curto, médio ou longo prazo, dependem da declaração do aluno.

6.5.4.1 Bases para concepção da verificação de aprendizagem

A capacidade do indivíduo de realizar uma tarefa, antecipando os fenômenos que irão acontecer, é consequência do conhecimento composto do saber e do saber-fazer, associado à habilidade, ao raciocínio e as atitudes (SUCHMAN, 1987) cujo somatório é a espinha dorsal do conceito de competência. Não se trata da noção de competência associada à concepção de desenvolvimento interno dos indivíduos, mas um conceito cujas fronteiras atingem o social e o comportamento observável dos indivíduos. Para MontMullin (1984) a competência é uma estrutura mental dotada de certa estabilidade, relativamente bem organizada, onde são estocados procedimentos típicos, mobilizáveis pelo operador para realizar uma família de tarefas, mas nem sempre efetivadas sem erros. Este entendimento de competência, que admite limites estendidos em relação ao construtivismo, é congruente com a teoria da Cognição Situada e possibilita a utilização da taxionomia dos objetivos de aprendizagem. Com base nisso, a competência, na Cognição Situada, situa-se nos limites do conhecimento e da inteligência e transita pela realidade da vivência social e do saber voltado à ação. Esta condição norteia os julgamentos que substituem a noção simplista do certo/errado e avaliza a adoção da taxionomia GEMS na aprendizagem.

Este modelo, pela sua sustentação na teoria da Cognição Situada, pressupõe que os lapsos e os deslizes cometidos pelo aprendiz, não diminuem a sua competência, embora correspondam a uma ação diferente da esperada.

6.5.4.2 Estruturação da verificação da aprendizagem

Para o enquadramento neste modelo, que trata de um domínio

estruturado para atender às situações curriculares e onde há necessidade de ressaltar a diferenciação entre 'saber' e 'saber fazer', a proposta de verificação do conhecimento procura atender dois requisitos importantes:

O primeiro trata da investigação da competência ou do conhecimento adquirido pelos aprendizes, em condições de ser utilizado em formulações práticas (saber fazer). Este requisito é constituído de um conjunto de questões e/ou problemas onde o aprendiz pode acertar ou cometer erros tipificados previamente (identificados como sendo aqueles previstos no modelo GEMS).

As questões referentes a este caso são do tipo Q1 e Q2 e as respostas obtidas na verificação são conduzidas a uma formatação final enquadrada segundo as cinco alternativas seguintes:

- 1) Acerto (R1);
- 2) Deslize (R2);
- 3) Erro baseado em regras (R3);
- 4) Erro baseado em conhecimento (R4);
- 5) Erro de outra natureza (R5), que conduz ao auto-diagnóstico com a participação do aprendiz na identificação das razões de seu erro.

Para cada uma dessas cinco possibilidades, que corresponde a uma situação qualificada do domínio do conhecimento, o sistema apresenta uma providência específica e para cada problema devem ser propostas tantas possibilidades de respostas quantas forem da conveniência do caso que está sendo tratado. Entretanto elas devem migrar para esta forma de enquadramento previamente estabelecido, tal como mostra o exemplo (aleatório) apresentado na tabela 6.4.

O segundo requisito trata da investigação do conhecimento declarativo (saber), identificado por sua possibilidade de explicitação e isso requer uma adaptação da tabela 6.4. Neste caso, os erros baseados em aplicação de regras ou normas conhecidas e os erros baseados em conhecimento fundem-se em um tipo simplificado de erro conceitual (declarativo).

O que o modelo busca averiguar, por meio de questões do tipo Q3, é a consistência do domínio dos conceitos, com vistas a serem eventualmente

utilizados em situações problema. Neste caso, o enquadramento estabelece as possibilidades que evitem as formas dicotômicas ou polares tratadas no capítulo cinco. Assim, o ajuste ao modelo GEMS passa a ser o mostrado na tabela 6.5.

Tabela 6.4: Exemplo de possibilidade de respostas para 'saber fazer'

	TIPO DE RESPOSTA	ENQUADRAMENTO
1	Uma ou mais respostas corretas (a, b, c,...).	R1: ACERTO
2	Uma ou mais respostas características de desatenção (a, b, c,...).	R2 : Deslize
3	Uma ou mais respostas características de uso inadequado de regras ou normas (a, b, c,...).	R3 : Erro baseado em aplicação de regras ou normas
4	Uma ou mais respostas características de falta de conhecimento (a, b, c,...).	R4: Erro baseado em conhecimento
5	Outra resposta.	R5 : Autodiagnóstico
6	Responde que não sabe.	

Por isso a verificação do aprendizado do aluno, proposta neste trabalho, estabelece uma distinção entre problema estruturado, para situações mais abstratas e voltados à aplicação prática e situação não problemática relacionadas a condições mais concretas que se valem de um nível mais baixo de envolvimento cognitivo.

Tabela 6.5: Exemplo de possibilidades de respostas para 'saber'

	TIPO DE RESPOSTA	ENQUADRAMENTO
1	Uma ou mais respostas corretas (a, b, c,...)	R1 ACERTO
2	Uma ou mais respostas características de desatenção (a, b, c,...)	R2 Deslize
3	Uma ou mais respostas erradas (a, b, c,...).	R3 Erro
4	Outra resposta, ou responde que não sabe.	R4 Autodiagnóstico

A relação entre os diferentes tipos de erros e as questões da verificação, mostradas na tabela 6.6, abordam também o alerta para a possibilidade de ocorrência de erros secundários dentro de cada situação. Essa possibilidade,

entretanto, constitui objeto de análise particular por ocasião da elaboração da verificação do aprendizado proposta aos aprendizes.

Tabela 6.6: Correspondência entre os 3 tipos de Questão, erros e

Tipo de verificação	ERROS Rasmussen/Reason GEMS	Erros secundários que podem ocorrer em alguma parte da solução:	A solução requer do aluno:
Problema Estruturado Q1 e Q2	Erro baseado no conhecimento INÉDITO (símbolos)	Erros baseados em regras	Avaliação, associação, raciocínio, comparações, criatividade e formulação de novas regras.
	Erro baseado em regras FAMILIAR (signos)	Deslizes e lapsos	Reconhecimento da situação e aplicação de regras, normas ou fórmulas conhecidas.
Situação não problemática. Q3	Deslizes e lapsos CORRIQUEIRO Habilidades (sinais)		Identificação, diferenciação e emissão de resposta imediata.

Tabela 6.7: Correspondência entre os níveis de Bloom e do modelo GEMS:

	SABER (Conhecimentos declarativos)	SABER FAZER (Situações-problema)	
TAXONOMIA DE BLOOM	CONHECIMENTO COMPREENSÃO Q3	APLICAÇÃO E ANÁLISE Q2	SÍNTESE E AVALIAÇÃO Q1
DESLIZES	Sabe/conhece, mas cometeu um engano ao responder.	Cometeu um engano em utilizar mal algum conhecimento que efetivamente dispõe, em alguma parte do problema	Cometeu um engano em utilizar mal algum conhecimento que efetivamente dispõe em alguma parte do problema
ERROS BASEADOS EM REGRAS		Na solução empregou mal ou de forma inadequada as normas, regras ou parâmetros.	Utilizou parâmetros errados ou regras inadequadas em parte da solução
ERROS BASEADOS EM CONHECIMENTO			Não sabe planejar uma solução para o problema

A tabela 6.7 complementa a compreensão das relações entre os tipos de aferição, os níveis de objetivos pedagógicos e os erros possíveis de

acontecerem. Para a estruturação das verificações do aprendizado do aluno, segundo o que prescrevem as tabelas 6.6 e 6.7, são importantes os dados históricos dos comportamentos típicos dos alunos frente a situações semelhantes, levantados pela equipe de especialistas, conforme foi mencionado no item 6.4. Da exata tabulação desses dados depende a estruturação do material para ser aplicado no modelo aqui proposto, conforme mostra a tabela 6.8.

Tabela 6.8: Conhecimentos prévios requeridos dos autores do

	ÍTEM QUE DIRECIONAM A CONFECÇÃO DE PROBLEMAS OU QUESTÕES A SEREM PROPOSTAS NAS VERIFICAÇÕES (a partir dos dados históricos)
1	O que os alunos que sabem e tem habilidades com o conteúdo que lhes está sendo requisitado, costumam não dar atenção e por isso acabam falhando.
2	Quais são os indicativos de que o aluno não aplicou corretamente as normas ou regras que levam a solução do problema proposto (que é de seu conhecimento).
3	Sob que condições o aluno demonstra não conhecer suficientemente o conteúdo, a ponto de não conseguir montar uma estratégia de solução do problema.

6.6 O papel do registro escrito, do professor e do autodiagnóstico.

Conforme o que foi abordado no capítulo dois, as comunidades de aprendizagem são instrumentos indicados pela teoria da Cognição Situada para o desenvolvimento das relações sócio-afetivas e culturais que desenvolvem os valores e paradigmas necessários à aprendizagem. Nesta direção, o fórum e o *chat* são de participação obrigatória e fazem parte da estratégia de manter ativa e conectada a comunidade, evitando a sensação de solidão que é comum nos ambientes não presenciais e que são causa de desinteresse.

A integração, promovida pelo fórum e pelo *chat*, acontece segundo duas frentes: pela promoção de discussões entre os participantes a respeito dos conteúdos dos módulos e pela redação coletiva das conclusões a que chega o grupo relativamente ao conteúdo de aprendizagem proposto.

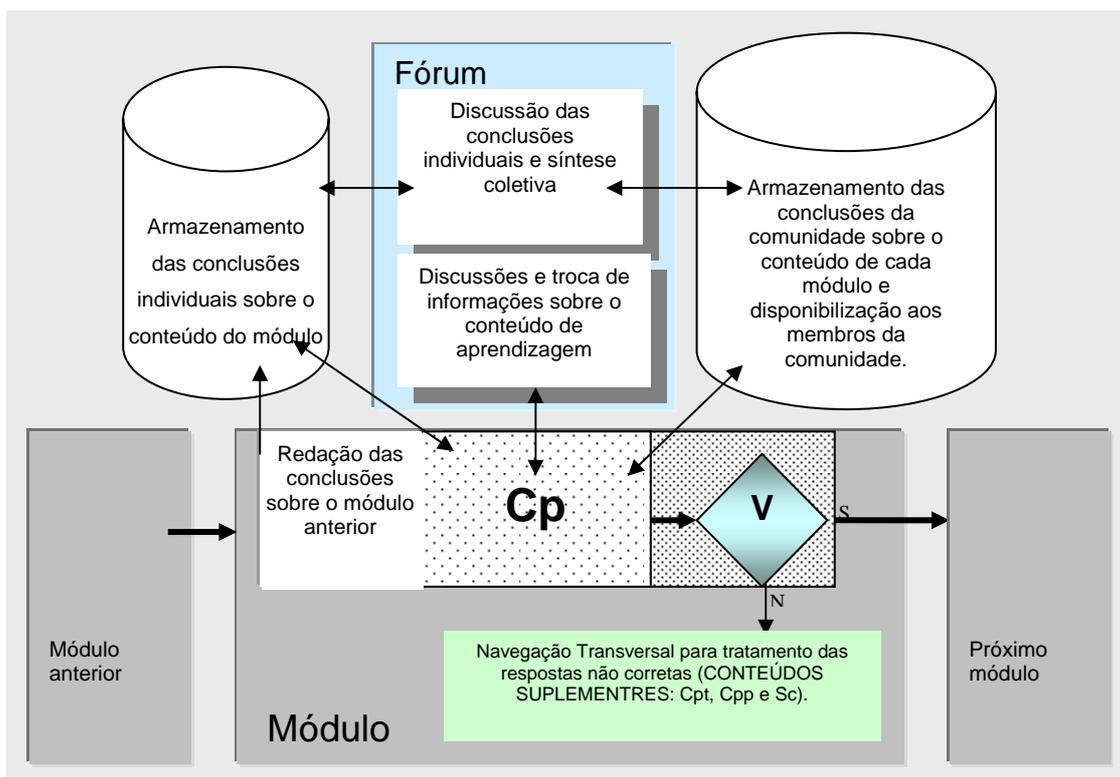
Objetivando criar um ambiente o mais próximo possível das condições

preconizadas pela teoria da Cognição Situada, este modelo reservou um papel de retaguarda ao professor e incluiu a redação das conclusões e o auto-diagnóstico como instrumentos que favorecem as interações entre os membros da comunidade e o ambiente hipermediático.

6.6.1 O registro escrito

Antes de iniciar o próximo módulo, isto é, tendo concluído satisfatoriamente o módulo em curso, o aluno fará um registro escrito das principais conclusões e possíveis generalizações do conhecimento adquirido. Essas conclusões ficarão disponíveis para a leitura dos demais colegas, que poderão criticar e sugerir alterações. Por fim, é feita uma redação final conjunta, à partir do cruzamento de todas as redações individuais.

Figura 6.7: Esquema do Registro escrito



A figura 6.7 apresenta o esquema de funcionamento do registro escrito. Neste processo de redação das conclusões está incluído o feedback ao sistema hipermediático, onde o aprendiz relata as dificuldades encontradas e as

sugestões de alterações que ele considera importantes de serem feitas. Essas sugestões passarão pela análise do grupo de especialistas e poderão ser implementadas em outra ocasião. Assim, o ambiente hipermediático, como um ator do processo de aprendizagem colaborativa, também está sujeito à modificações.

6.6.2 O papel do professor

No modelo TEHCo o professor assume um papel de facilitador quando a aprendizagem do aluno, mesmo com a atuação conjunta dos membros da comunidade, não chegou a um bom termo. O professor tem acesso às informações acumuladas pelo sistema relativas ao seu comportamento durante as interações com o conteúdo, como: navegação, páginas visitadas, tempo despendido em cada uma delas, número de retornos à mesma página, solução dos exercícios, interação com a comunidade, número de consultas feitas e respondidas, participação na redação das conclusões, etc. Seu papel é o de suporte à aprendizagem em comunidade, sugerindo e direcionando para outros módulos ou prescrevendo conteúdos externos ao ambiente hipermediático. Com isso, ele passa a ser uma instância disponível para os casos de dificuldades que extrapolem a capacidade do grupo de solucioná-las e o seu papel é o de reinserir o aprendiz com dificuldades no ambiente colaborativo. Um papel secundário lhe cabe também na mediação no fórum e *chats* quando os rumos dos debates se afastam dos objetivos pedagógicos.

Conceitualmente, no sistema, o fato ativador da participação do professor é o insucesso do aluno em um determinado módulo. Esta característica compõe o paradigma de que um dos objetivos dos autores de ambientes hipermedia pedagógica "é criar ambientes que estimulem as interações entre pares e permita aos tutores visualizar os atos de aprendizagem a fim de adotar ações apropriadas" (LEWIS, 1998, p. 26).

6.6.3 O autodiagnóstico das situações de erro

A teoria da Cognição Situada, por seu compartilhamento do saber na comunidade de aprendizagem, possibilita, pela ação conjunta do grupo, a

percepção da emergência dos fatores externos aos processos que contribuíram para a ocorrência do fato, conduzindo o aprendiz a analisar o seu progresso, suas necessidades e suas carências. Com isso, utiliza o erro humano como indicativo de estágio de conhecimento e não como indicativo de insucesso. Ao mesmo tempo interfere no andamento das situações de aprendizagem propostas pelo ambiente, adaptando o conteúdo às necessidades que o aluno detectou. Essa forma tende a ser mais precisa daquelas identificadas ou inferidas pelo sistema.

Dentre as cinco possibilidades que resultam das respostas apresentadas pelo aprendiz por ocasião da verificação do aprendizado no módulo principal, uma (a R5) não guarda relação direta com a taxionomia GEMS e por isso possibilita a apreciação crítica e manifestação do aprendiz a respeito da ação que resultou em erro. Diversas são as possibilidades de ocorrerem respostas diferentes daquelas previstas na biblioteca de erros que enquadram a taxionomia GEMS. Os lapsos, que são de difícil identificação externa, são exemplos de situações em que a declaração do aluno é relevante. A partir da declaração o aprendiz interfere na seqüência que lhe foi proposta e possibilita uma adequação ao seu comportamento fora do esperado. Assim a intervenção declarativa por parte do aluno, permitida pelo sistema através de respostas não enquadradas na taxionomia GEMS, favorece a admissão do ambiente hipermídia como ator na comunidade de aprendizagem por permitir o redirecionamento das medidas corretivas do processo.

Ao responder de forma não enquadrada, o sistema sonda o aluno oferecendo-lhe um conjunto de opções de autodiagnóstico das quais ele deverá escolher uma, conforme mostra o exemplo da figura 6.8:

- 1) Foi um deslize e já percebi onde errei.
- 2) Gostaria de ter mais exemplos aplicativos deste conteúdo.
- 3) Tenho dificuldades e não domino muito bem o conteúdo.
- 4) Errei porque o enunciado deixa margem a dupla interpretação.
- 5) Tive um lapso de memória.
- 6) Não gosto do conteúdo ou da forma como ele é apresentado.
- 7) Ainda faço confusão com os conceitos manipulados neste módulo.

As informações originadas no autodiagnóstico são retidas pelo sistema e utilizadas no ajuste do modelo do aluno para compor o seu perfil de conhecimento. A participação do aluno, por sua 'opinião' sobre o seu aprendizado e obtendo do sistema uma resposta diferenciada, aumenta a confiança do aluno no que se refere à interação e melhora as condições de desenvolvimento do aprendizado.

6.7 Descrição do modelo TEHCo

A partir da composição do conteúdo pedagógico segundo as prescrições aqui descritas nos itens 6.2 a 6.6, os módulos resultantes do fracionamento do tema de domínio passam a ter os recursos e destinos mostrados no esquema da figura 6.9.

Conforme já foi descrito, este modelo não quantifica os erros cometidos pelo aprendiz durante o processo de aprendizagem, mas os identifica e enquadra nas cinco respostas, que levarão ao modelo GEMS. Dentre os condicionantes para alcançar este enquadramento, além do planejamento do material didático relativo ao conteúdo do domínio, está a arquitetura de hipermídia adaptativa que disponibiliza funcionalidades de adaptação do conteúdo ou navegação, a partir do modelo do aluno.

Figura 6.8: Opções de manifestação do aluno pelo autodiagnóstico

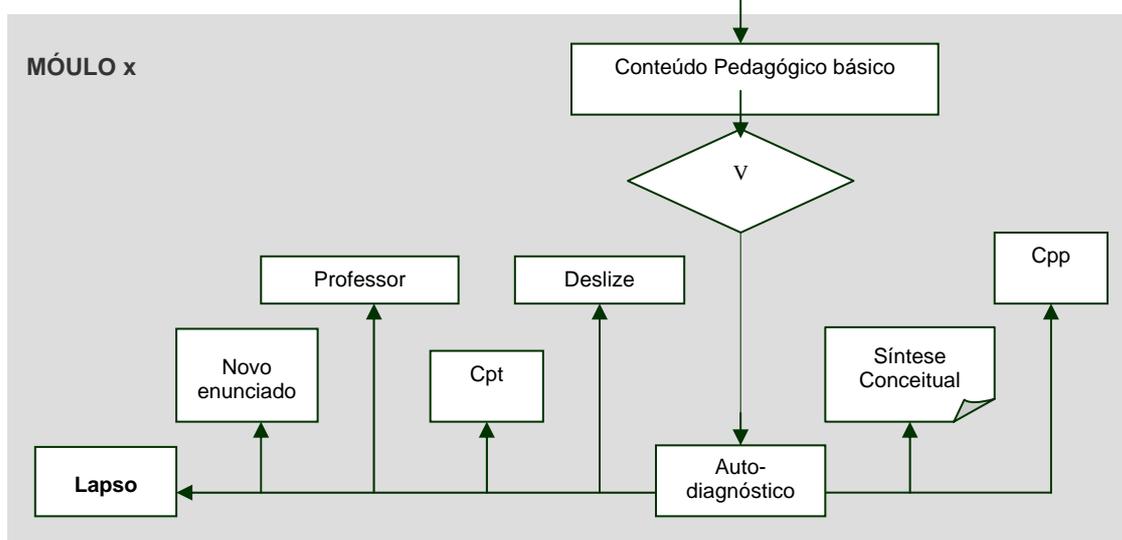
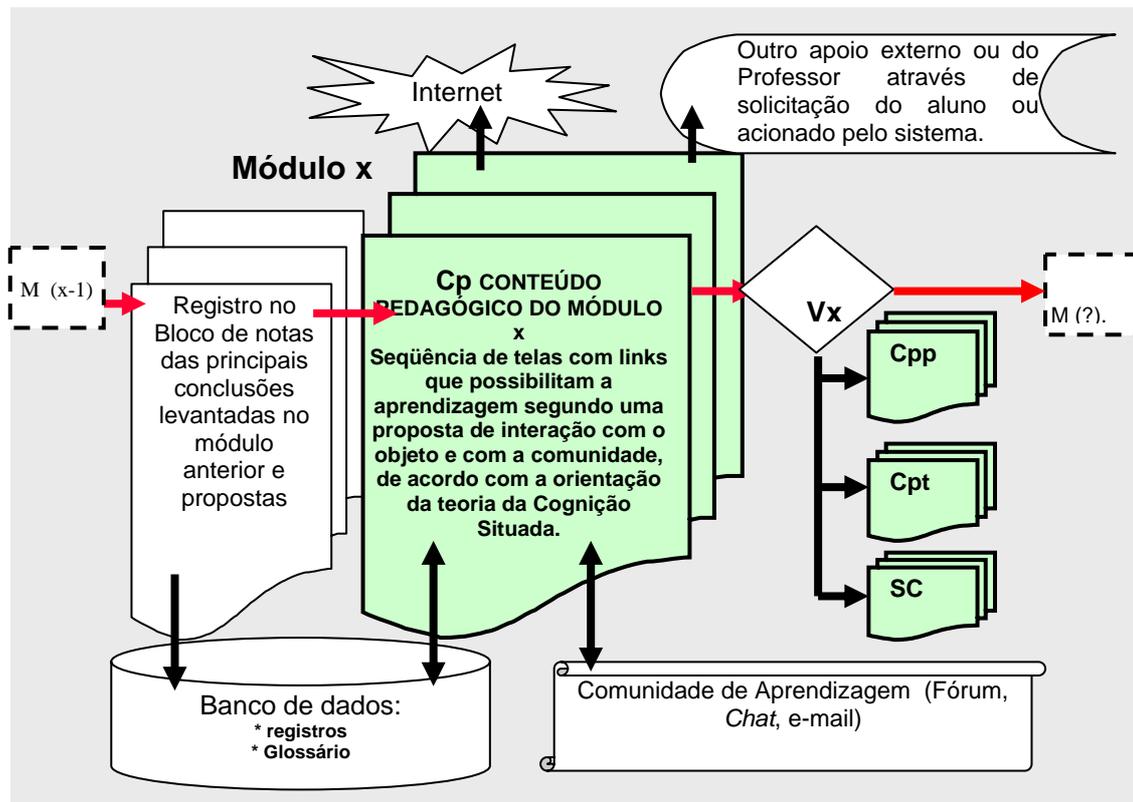


Figura 6.9: Composição do Módulo



6.7.1 O modelo do aluno, os ajustes e as adaptações previstas:

O Modelo TEHCo utiliza os modelos *Overlay* e *Bug* para definir o Módulo do Aluno, compondo um sistema híbrido onde o *bug* (perturbação) relaciona o modelo do aluno com a base de conhecimento do domínio e assume que seus erros são decorrentes da concepção errada ou ausência de algum conceito, devidos à falta de informações da base de domínio. Neste caso o modelo utiliza um grupo de respostas que compõe uma biblioteca de erros.

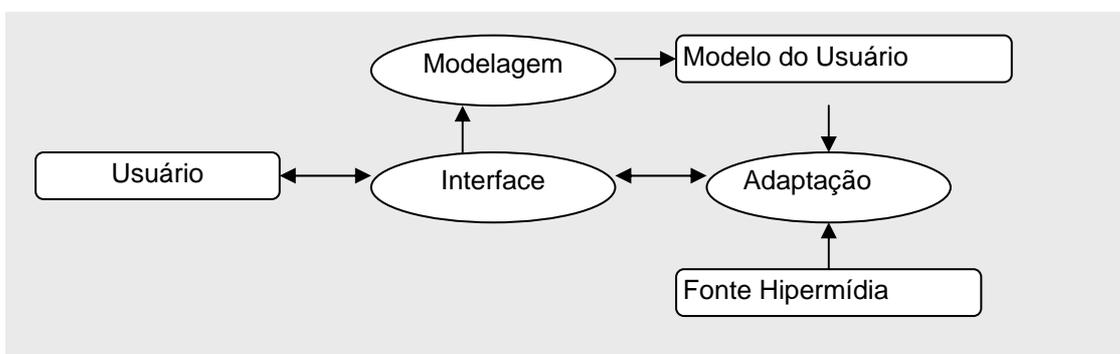
O *overlay* (sobreposição) assume que o conhecimento do aluno é representado como um subconjunto da base de conhecimento do sistema e que a aprendizagem é o processo pelo qual o aluno adquire, progressivamente, um subconjunto mais completo de informações presentes na base.

O ambiente hipermidiático proposto, identifica os níveis de habilidades cognitivas do aprendiz, por ocasião da emissão das respostas erradas nas verificações, e disponibiliza um conjunto de ações adaptativas para facilitar o

processo de aprendizagem. Essas adaptações referem-se ao suprimento de conteúdo e de navegação, feito no conteúdo pedagógico principal de cada módulo. Isto é necessário para minimizar o efeito do ambiente na produção de erros humanos.

Para as adaptações de conteúdo, o sistema oferece esclarecimentos adicionais às páginas que apresentem essa necessidade e o faz segundo os parâmetros que estão descritos na tabela 6.9. Essas ações adaptativas, segundo Palazzo (2000), acontecem segundo o esquema apresentado na figura 6.10.

Figura 6.10: Adaptação do Modelo



Fonte: Palazzo (2000)

Tabela 6.9: Nível de conhecimento do usuário e adaptações do conteúdo previstas

NÍVEL DE CONHECIMENTO	MATERIAL PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO PRINCIPAL
ALTO:	O material é suficiente e adequado
MÉDIO:	O material é suficiente e adequado
BAIXO:	O material é insuficiente e precisa de esclarecimentos adicionais do tipo 1
BAIXO e RECORRENTE:	O material é insuficiente e precisa de esclarecimentos adicionais do tipo 2

A figura 6.11 (tela) mostra um exemplo do fornecimento de melhores esclarecimentos das informações relativas ao conteúdo pedagógico para

aprendizes cujo perfil de conhecimento é baixo. Essa tela contém as informações normais previstas, acrescidas de três campos de informação: o campo 1 se refere à inclusão de conteúdo, em forma de fragmento variante, destinado aos aprendizes com baixo nível de habilidade cognitiva. o campo 2 corresponde a inclusão de um *link* de navegação para os alunos com nível de habilidade cognitiva baixa e recorrente; O campo 3 é um dos diálogos de sondagem que o ambiente mantém com o aluno durante todo o andamento da aprendizagem. Esse diálogo é uma das contribuições ao ajuste do modelo do aluno para a adaptabilidade, com a característica de utilizar a opinião pessoal do aprendiz em adição às leituras feitas pelo sistema.

Figura 6.11:, Adaptações de conteúdo, navegação e sondagem

voltar **ESFERA** **Esferas tg** **Estrutura** **Controles** **links úteis** **Glossário** **notas** **Forum** **Chat** **E-mail** **sair**

ES41 exercício de esfera tg a cone

ENUNCIADO: Determine a projeção em π_1 da esfera tangente ao cone, mostrando também as projeções do ponto de tangência.

DICA:
As mudanças de plano de projeção facilitam a observação da tangência de superfícies. Encontre uma mudança de plano que sirva ao caso e resolva. Este problema também pode ser resolvido usando a rotação da esfera em torno do cone, escolha a melhor saída.

Quem pode me ajudar?

Antes de clicar na solução do problema responda:
 Você conseguiu resolver este sozinho ()
 Conseguiu resolver com auxílio dos colegas ()
 Não conseguiu resolver ()
 O problema é: fácil () normal () difícil ()

Solução deste exercício

Exercício adicional de tangência de duas esferas ES44
Exercício com tangência de esferas

RECUA **SEGUE**

Os níveis de conhecimento do aluno, inferidos pelo sistema, resultam do tipo de atuação do aprendiz no ambiente hipermidiático, podendo variar de

módulo a outro. Uma performance baixa em um módulo pode ensejar a inclusão de acréscimos ou de esclarecimentos para o próximo módulo, mas não para o subsequente, ou, tendo duas performances baixas nos dois últimos módulos, o sistema passa a tratá-lo pelo nível recorrentemente baixo de conhecimento e então oferece os esclarecimentos e navegações do tipo 1 e 2 até o módulo em que venha a ter um aprendizado dentro do esperado.

A sondagem, mostrada na figura 6.11, e ampliada na figura 6.12, está ligada a um grupo de conceitos ou situações-problema onde é importante que o sistema saiba se o aluno está compreendendo e se está sabendo aplicar o conhecimento adquirido.

Figura 6.12: Diálogo de sondagem

Antes de clicar em ‘SEGUE’ responda:

Você conseguiu resolver este problema sozinho ? ()
 Só conseguiu resolver com auxílio dos colegas? ()
 Não conseguiu resolver ()
 Para você o problema foi: fácil () normal () difícil ()

6.7.2 Informações destinadas ao modelo do aluno

As informações colhidas pelo sistema durante a interação do aluno com o conteúdo pedagógico, destinadas ao ajuste no modelo do aluno, são basicamente de duas origens:

- 1) As informações declaradas: Obtidas no autodiagnóstico (figura 6.8 e 6.29), na sondagem (figura 6.12) e nas questões que lhe são oferecidas por ocasião das consultas aos colegas (figura 6.20).
- 2) As informações lidas pelo sistema: Obtidas nos tempos gastos pelos alunos em cada etapa teórica e de resolução de problemas dentro do módulo; o histórico de reincidência em erros baseados em conhecimentos, em aplicação de regras ou em deslizes; os conteúdos pedagógicos manipulados; os módulos iniciados, em andamento e

concluídos; o número de consultas feitas aos colegas; o número de consultas respondidas; e os problemas inacabados ou errados (não pertencentes à verificação) feitos na tela do computador por meio das ferramentas de manipulação geométrica oferecidas pelo ambiente.

As informações colhidas a partir dos diálogos de sondagem (figura 6.12) são mapeadas pelo sistema da forma mostrada na figura 6.13, onde o nível de conhecimento presumido corresponde à média obtida nos diálogos estabelecidos com o aluno no decorrer de suas interações com o conteúdo.

Figura 6.13: Conversão sondagens em nível de conhecimento presumido

RESPOSTA	Nível de conhecimento presumido	
FÁCIL		
Você conseguiu resolver este problema sozinho	alto	
Conseguiu resolver com auxílio dos colegas		alto
Não conseguiu resolver	médio	
NORMAL		
Você conseguiu resolver este problema sozinho	alto	
Conseguiu resolver com auxílio dos colegas		médio
Não conseguiu resolver	médio	
DIFÍCIL		
Você conseguiu resolver este problema sozinho	médio	
Conseguiu resolver com auxílio dos colegas		baixo
Não conseguiu resolver	baixo	

Os ajustes para cima ou para baixo são feitos pela confrontação com os níveis de habilidades cognitivas demonstrado nos módulos anteriores, pelo desempenho nas ferramentas de manipulação geométrica e pelas respostas válidas emitidas às consultas feitas pelos colegas. O nível de habilidade cognitiva, inferido pelo sistema, é utilizado para ajustar a resposta emitida pelo aprendiz na verificação do conteúdo pedagógico principal.

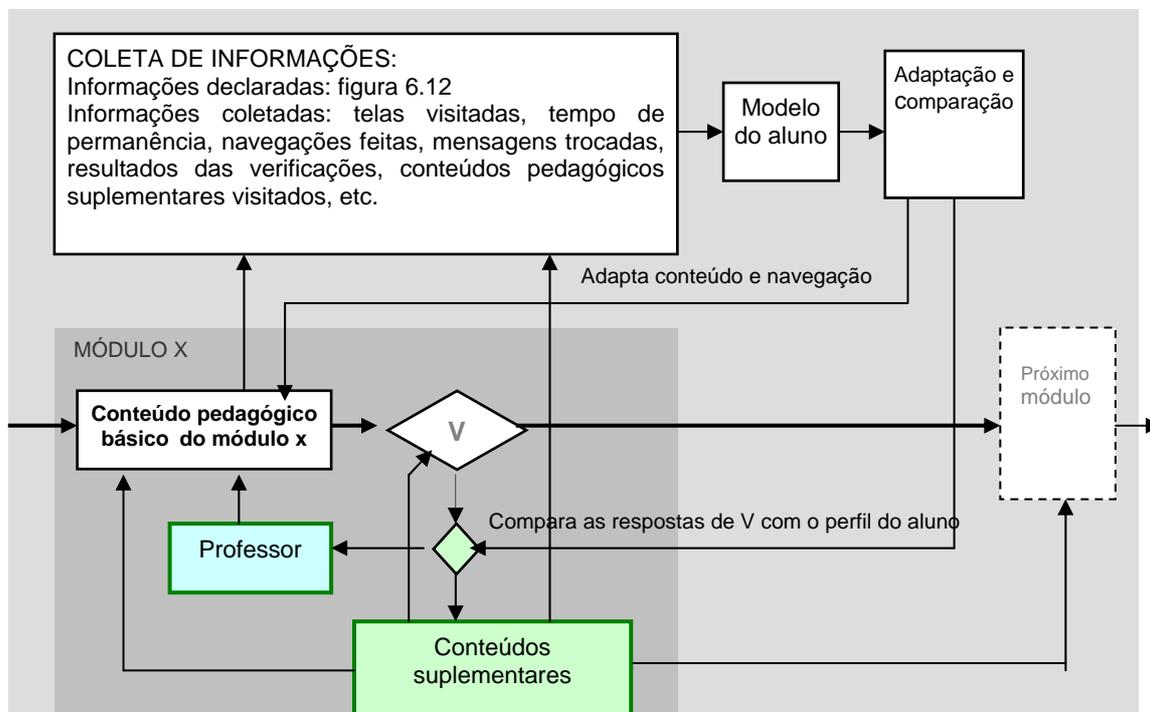
Com o pressuposto de que o deslize ocorre para as pessoas que ‘sabem’, o aluno que apresentar baixo nível de conhecimento terá o seu deslize convertido em ‘erro baseado em regras’ e o seu ‘erro baseado em regras’

convertido para 'erro baseado em conhecimento'. Por outro lado, quando o modelo do aluno considera que o aprendiz tem nível alto de habilidade cognitiva, o seu erro baseado em conhecimento é convertido em erro baseado em regras, conforme mostra a tabela 6.10.

Tabela 6.10: Ajuste na resposta após a confrontação com o modelo do aluno

Erro \ Nível	COMETEU DESLIZE,	COMETEU ERRO BASEADO EM REGRAS,	COMETEU ERRO BASEADO EM CONHECIMENTO,
	PASSA PARA:	PASSA PARA	PASSA PARA:
ALTO	DESLIZE	ERRO BASEADO EM REGRAS	ERRO BASEADO EM REGRAS
MÉDIO	DESLIZE	ERRO BASEADO EM REGRAS	ERRO BASEADO EM CONHECIMENTO
BAIXO	ERRO BASEADO EM REGRAS	ERRO BASEADO EM CONHECIMENTO	ERRO BASEADO EM CONHECIMENTO

Figura 6.14: Adaptações e Comparações a partir do modelo do aluno



A comparação das respostas emitidas pelo aluno com o seu nível de

conhecimento, estimado pelo sistema, é mostrada no esquema da figura 6.14 que mostra esquematicamente, também, a adaptação do conteúdo e da navegação. Os ajustes das respostas emitidas são úteis para aumentar o grau de certeza quanto à qualificação dos erros cometidos pelos alunos na verificação do aprendizado em função de não se apoiar somente no enquadramento das respostas escolhidas por ele dentro das opções oferecidas. O esquema das confrontações das respostas emitidas pelo aluno na verificação com as informações sobre os níveis de conhecimento estimados pelo sistema está representado, esquematicamente, nas figuras 6.15 e 6.16.

Figura 6.15: Esquema das respostas para questões do tipo Q3

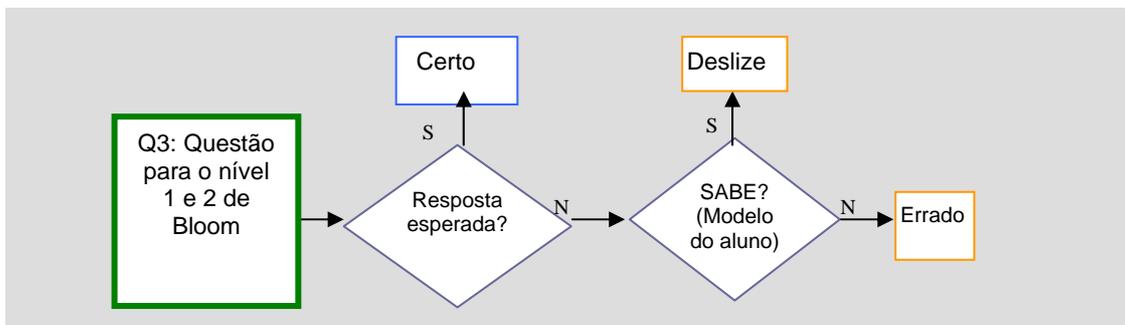
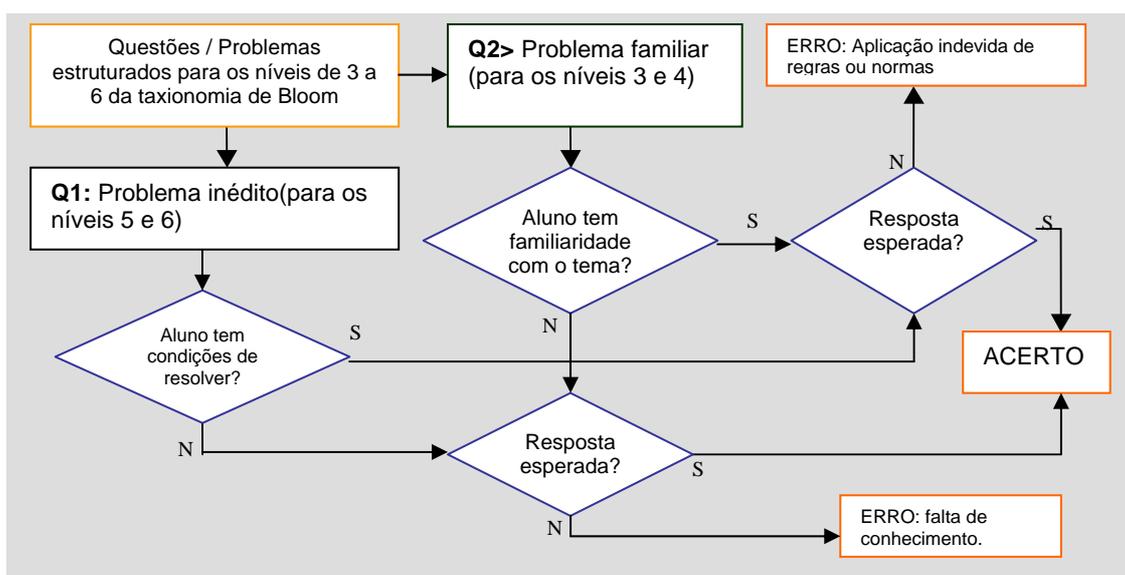


Figura 6.16: Esquema de respostas para questões do tipo Q1 e Q2



O modelo do aluno recebe, ao longo das interações, as informações que possibilitam que ele tenha uma ‘opinião’ sobre o conhecimento alcançado pelo aprendiz e faz uso dessa opinião para ajustar as respostas que determinam os encaminhamentos para os suplementos (Cpt, Cpp ou SC) adequados às necessidades demonstradas.

6.8 A representação em UML do modelo TEHCo

A UML (*Unified Modeling Language*) é uma linguagem visual utilizada para modelar sistemas computacionais orientados a objeto. Larman (2004) considera que a UML não é um método, mas uma notação (principalmente gráfica) utilizada para expressar projetos com a característica de descrever as seqüências de atividades e possibilitar suporte para um comportamento condicional e paralelo. Essa ferramenta permite a modelagem visual de maneira que os relacionamentos entre os componentes do sistema possam ser compreendidos e documentados, qualquer que seja a tecnologia utilizada na implementação.

Um Diagrama de Atividades da UML, por sua notação rica, que permite estabelecer uma relação explícita entre os artefatos conceituais e os itens executáveis, pode ser aplicado a qualquer propósito, mas é considerado especialmente útil para visualizar fluxos de trabalho e processos (FOWLER, 2000). Por essas características, foram desenvolvidos, neste trabalho, os dois principais diagramas que refletem o tratamento que o sistema hipermediático TEHCo dá aos erros dos alunos durante a aprendizagem.

Os dois diagramas aqui apresentados, que correspondem ao funcionamento do sistema para as questões Q1, Q2 e Q3 sofreram algumas adaptações a partir da concepção de diagrama de atividades UML, com a finalidade de atender às necessidades específicas de modelagem que este ambiente hipermediático requer.

6.8.1 Diagrama UML (adaptado) para questões Q3

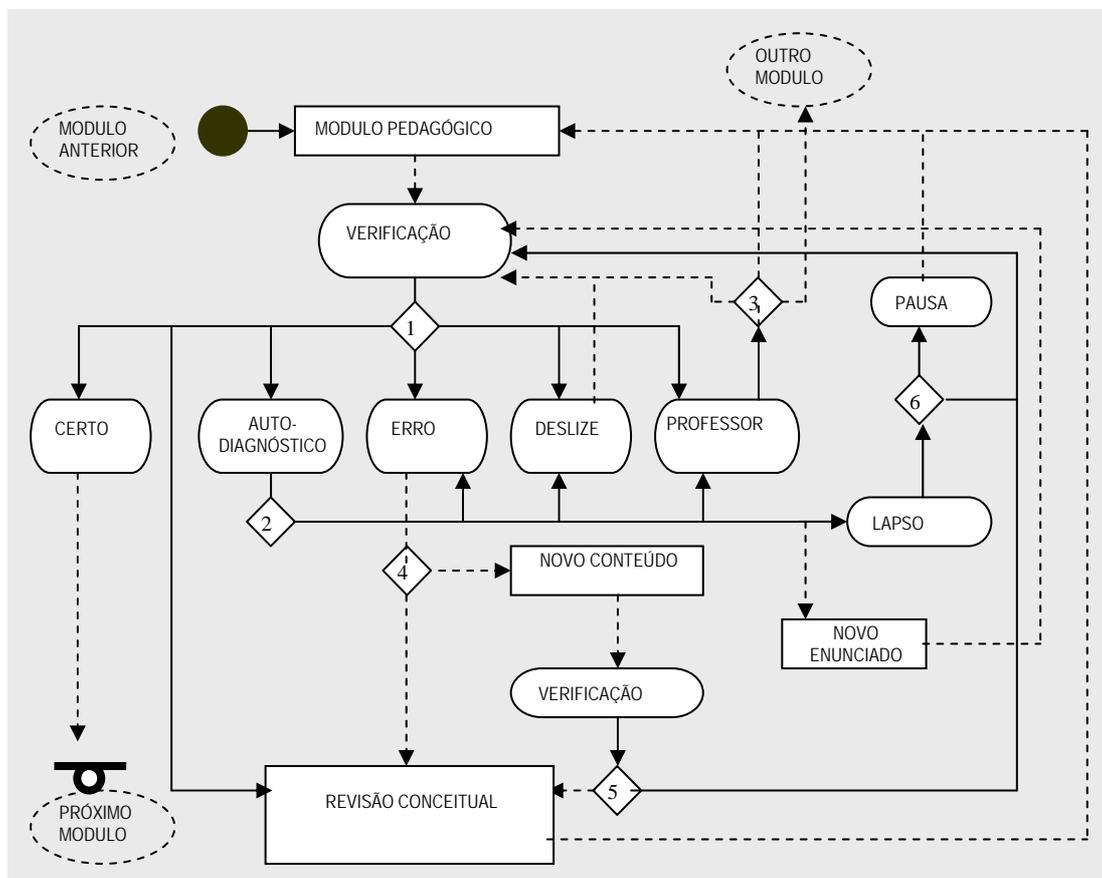
As questões do tipo Q3 referentes ao conhecimento declarativo e baixo nível de consciência, apresentadas no esquema contido na figura 6.15, no

sistema hipermediático TEHCo são tratadas segundo o contido no diagrama UML (adaptado) mostrado na figura 6.17. As alternativas oferecidas às respostas referentes às questões Q3 no TEHCo são as seguintes:

1 – Verifica e compara a resposta com o perfil do aluno, por ordem de prioridade:

- a) Está certo, se sim segue para o final.
- b) Foi deslize? Se sim volta para a verificação com o alerta adequado;
- c) É a resposta que leva ao autodiagnóstico? Se sim o destino é a verificação 2;
- d) Errou > Já fez a Revisão conceitual? Se sim, é encaminhado ao professor, caso contrário verifica se é a 2ª vez que acontece o erro. Se sim, vai para a Revisão conceitual, caso contrário é considerado erro e recebe novo conteúdo.

Figura 6.17: Diagrama UML(adaptado) das Questões do tipo Q3



- 2) – A declaração do aluno dá encaminhamento para:
- a) Deslize;
 - b) Lapso;
 - c) Novo enunciado;
 - d) Professor;
 - e) Erro de aplicação de regras;
 - f) Erro de falta de conhecimento ou
 - g) O enunciado não está claro.
- 3) – Decisão do professor, após analisar o histórico do aluno, encaminha para:
- a) Retornar à avaliação;
 - b) Retornar ao conteúdo pedagógico;
 - c) Seguir para um módulo mais indicado e/ou suplementar conteúdo fora do ambiente hipermídia.
- 4) Verifica se o aluno já passou pelo conteúdo adicional. Se sim, segue para a Revisão Conceitual, se não, toma contacto com o novo conteúdo.
- 5) Verifica se o resultado foi satisfatório. Se sim, retorna a verificação original, na qual não obteve sucesso e tenta novamente, Se não, segue para a Revisão.
- 6) Verifica se o aluno deseja prosseguir ou fazer uma pausa. Se desejar prosseguir ele volta para a verificação. Se o aluno deseja fazer uma pausa, o retorno se dará no conteúdo pedagógico (antes da verificação).

6.8.2 Diagrama UML (adaptado) para questões Q1 e Q2

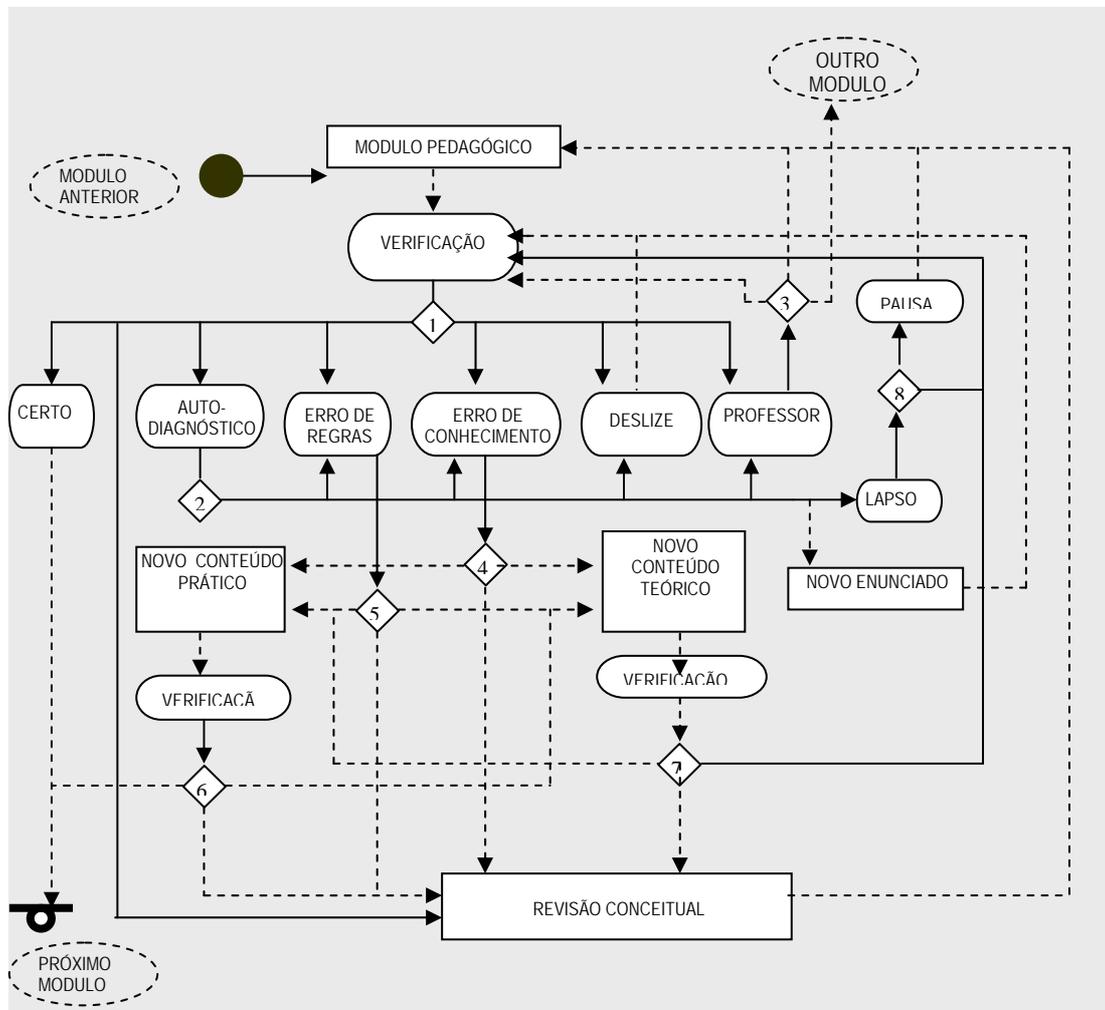
As questões do tipo Q1 e Q2 recebem um tratamento diferente daquele apresentado na figura 6.17 porque se referem a níveis de habilidades cognitivas diferentes. Quando as questões são desse tipo, o encaminhamento demandado pelo modelo TEHCo é aquele apresentado na figura 6.18.

O Diagrama mostra as seguintes alternativas dadas às respostas das questões Q1 e Q2:

- 1 – Verifica, compara com o perfil do aluno e por ordem de prioridade:
- a) Está certo? Se sim segue para o próximo módulo;
 - b) Foi deslize? Se sim volta para a verificação com o alerta adequado;
 - c) é a resposta que leva ao autodiagnóstico? Sim vai para a identificação 2;

- d) Já fez a Revisão conceitual? Se sim, é encaminhado ao professor, caso contrário verifica se foi erro de regras ou de falta de conhecimento.

Figura 6.18: Diagrama UML para questões do tipo Q1 e Q2



2) – A declaração do aluno dá encaminhamento para:

- a) Deslize;
- b) Lapso;
- c) Novo enunciado;
- d) Professor;
- e) Erro de aplicação de regras;
- f) Erro de falta de conhecimento ou

- g) O enunciado não está claro.
- 3) – Decisão do professor: após analisar o histórico do aluno, encaminha para:
- a) Retorna à avaliação;
 - b) Retorna ao conteúdo pedagógico;
 - c) Segue para um módulo mais indicado e/ou suplementação de conteúdo fora do ambiente hipermédia.
- 4) Verifica se o aluno já passou pelo conteúdo adicional teórico. Se não passou, ele lhe será apresentado. Se sim, não repete esse conteúdo e verifica se passou pelo conteúdo prático. Se não passou faz aquele conteúdo, porém se já passou também pelo conteúdo prático, então segue para a Revisão Conceitual.
- 5) Verifica se o aluno já passou pelo conteúdo adicional prático. Se não passou, ele lhe será apresentado. Se sim, não repete esse conteúdo e verifica se passou pelo conteúdo teórico. Se não passou faz aquele conteúdo, porém se já passou também pelo conteúdo teórico, segue para a Revisão Conceitual.
- 6) Analisa se o resultado da verificação do conteúdo prático foi satisfatório. Se sim, vai para o final e segue para o próximo módulo. Se não foi satisfatório verifica se o aluno já passou pelo conteúdo teórico e, se não passou, ele lhe será apresentado. Porém se já tiver feito aquele conteúdo, segue para a revisão.
- 7) Analisa se o resultado da verificação do conteúdo teórico foi satisfatório. Se sim, vai para a avaliação original e a refaz. Se não foi satisfatório verifica se o aluno já passou pelo conteúdo prático e, se não passou, ele lhe será apresentado. Porém se já tiver feito aquele conteúdo, então segue para a Revisão Conceitual.
- 1) Verifica se o aluno deseja prosseguir ou fazer uma pausa. Se desejar prosseguir ele volta para a verificação. Se preferir fazer uma pausa, ao voltar retomará o conteúdo pedagógico antes de enfrentar a verificação.

6.9 Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas as diretrizes de concepção do modelo TEHCo com base na fundamentação contida nos capítulos dois a

cinco. Com base nessas diretrizes foi enfeixada a proposta do ambiente resultante da convergência da teoria da Cognição Situada, da taxionomia dos erros humanos GEMS e dos aspectos importantes que envolvem o processo de aprendizagem de Geometria em um ambiente hipermidiático. O conjunto de diretrizes apresentadas neste capítulo compunham os objetivos traçados no capítulo um e possibilitam a sua utilização em outros domínios, diferentes da Geometria.

Os diagramas UML (adaptados), que foram elaborados para as diferentes questões que o sistema pode tratar, constituem a primeira e principal etapa da materialização do modelo proposto. Nesses diagramas é possível identificar o tratamento que é dado aos erros detectados durante o processo de aprendizagem e a prescrição dos conteúdos suplementares. Também são relevantes as adaptações de conteúdo e de navegação, previstas para o modelo, que são possíveis de serem executadas a partir do modelo do aluno. A solução proposta, por fim, atende aos objetivos traçados no capítulo um.

O próximo capítulo, que guarda importante conexão com este, abordará a simulação do ambiente hipermidiático de aprendizagem de Geometria (TEHCo) e apresentará, na sua conclusão, referências importantes ao conteúdo deste capítulo seis.

7- SIMULAÇÃO NO AMBIENTE HIPERMIDIÁTICO TEHC_o

7.1 Introdução

A simulação das situações de erro no ambiente hipermidiático foi antecedida pela organização do material pedagógico de Geometria segundo as diretrizes indicadas nos itens 6.3 a 6.6 do capítulo precedente'. Essa organização do material ocorreu pela modulação do conteúdo de domínio, elaboração dos hipertextos, produção das mídias estáticas, organização dos conteúdos pedagógicos (principal e suplementares), proposição das situações-problema, concepção e ajuste das verificações segundo as possibilidades de ocorrência dos diferentes tipos de erros e redação dos avisos e diálogos que buscam a integração do grupo. Todos esses itens foram ajustados com os objetivos pedagógicos e níveis de habilidades cognitivas.

A demonstração das situações simuladas de erro com o material pedagógico já estruturado, apresentada na seqüência, foi feita paralelamente à descrição da funcionalidade do ambiente. Nessa demonstração são ressaltadas as possibilidades de integração do aluno com o meio de aprendizagem.

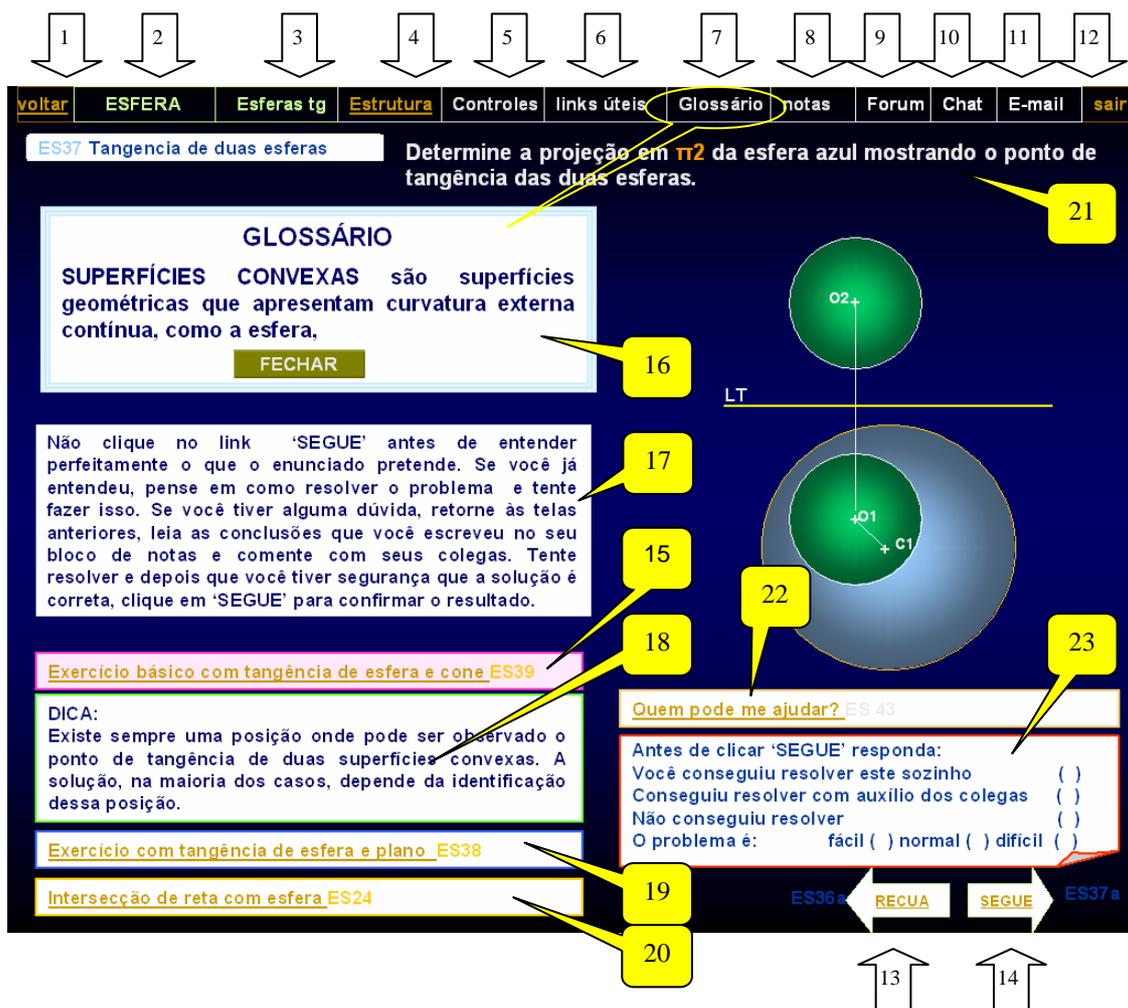
7.2 Interface e principais recursos disponíveis

O projeto de interface não compõe o objetivo desta tese, razão porque são apresentados, na figura 7.1, apenas os principais recursos que possibilitam ao aluno as interações com a comunidade e a manipulação das telas para realizar as operações, acessar o banco de dados ou a comunidade de aprendizagem.

Descrição:

- 1) Voltar para a última tela visitada (retorno não linear).
- 2) Título do Módulo que está sendo tratado.
- 3) Sub título do Módulo.
- 4) Estrutura (mapa do *site* relativo ao conteúdo do domínio).
- 5) Controles: (imprimir copiar, colar e salvar liga/desliga o som;).
- 6) *Links* úteis: sugestões de *sites* que tratam do conteúdo de Geometria.

Figura 7.1: Interface



- 7) Glossário.
- 8) Bloco de Notas: para registro escrito das conclusões
- 9) fórum
- 10) Chat
- 11) E-mail (listagem do grupo)
- 12) Sair: fechar o programa.
- 13) Recua linearmente para a tela anterior.
- 14) Segue para a próxima tela (da lógica de apresentação do conteúdo).
- 15) Link oferecido, de forma adaptativa, para os alunos que apresentam um perfil recorrente em erros (técnica de ocultação de links).
- 16) Frame do glossário, acionada pelas *hotwords* ou pelo *link* do alto da tela

- 17) Texto do nível normal (não sujeito à adaptação).
- 18) *Hotword*.
- 19) Conteúdo adicional, adaptativo, para alunos com baixo conhecimento.
- 20) *Links* sugeridos para navegação no conteúdo normal (não adaptativo)
- 21) Enunciado do problema
- 22) *Link* que abre a janela de consulta.

As consultas que o aluno pode fazer aos colegas durante o aprendizado, são feitas através do frame mostrado na figura 7.2. Essa tela mostra a relação dos alunos que podem responder a consulta por estarem desenvolvendo ou já terem concluído o módulo em curso, com sucesso. As informações contidas nessa consulta (declaradas pelos alunos), são utilizadas pelo sistema na atualização do modelo do aluno. Isto vale tanto de quem consulta (precisa saber) quanto de quem responde (já tem conhecimento).

Figura 7.2: Consulta e Resposta

voltar		Consulta: Quem pode ajudar?	
		Módulo (_____) Sub-título (_____) Problema (_____)	
Listagem dos colegas que chegaram a este conteúdo: Aluno C Aluno D Aluno k	Não consegui nem iniciar a solução deste problema. O que é que eu faço? ()		
	Cheguei até o final mas não tenho certeza de que a solução esteja certa. ()		
	Comecei, mas não consegui ir adiante pelas razões descritas abaixo: ()		
	DESCRIÇÃO DA CONSULTA:		
	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
Anexos:		<input type="button" value="ENVIAR A CONSULTA"/>	
DESCRIÇÃO DA RESPOSTA:		NÃO SEI RESPONDER ()	
		<input type="text"/>	
Anexos:		<input type="button" value="ENVIAR A RESPOSTA"/>	

7.3 Inicialização do modelo do aluno

A tela inicial, ou de abertura, mostrada na figura 7.3, faz o ingresso do aluno no ambiente de aprendizagem. Ao entrar no ambiente, aparece inicialmente somente o campo 1 onde o aluno se identifica e assim possibilita o aparecimento do campo 4. As opções são as de: acionar o botão 'cadastrar novo aluno' e abrir o campo 3, ou acionar o botão 'esqueci minha senha' para permitir a visualização do campo 2. Nesse campo 2 o aluno informa alguns dados pessoais para que o sistema possa identificá-lo e depois lhe enviar, através do e-mail, a sua senha de acesso para a identificação de ingresso.

Figura 7.3:, Tela inicial

The screenshot shows a web interface titled "ABERTURA" (Opening) with a "sair" (logout) button in the top right. The interface is divided into four main sections:

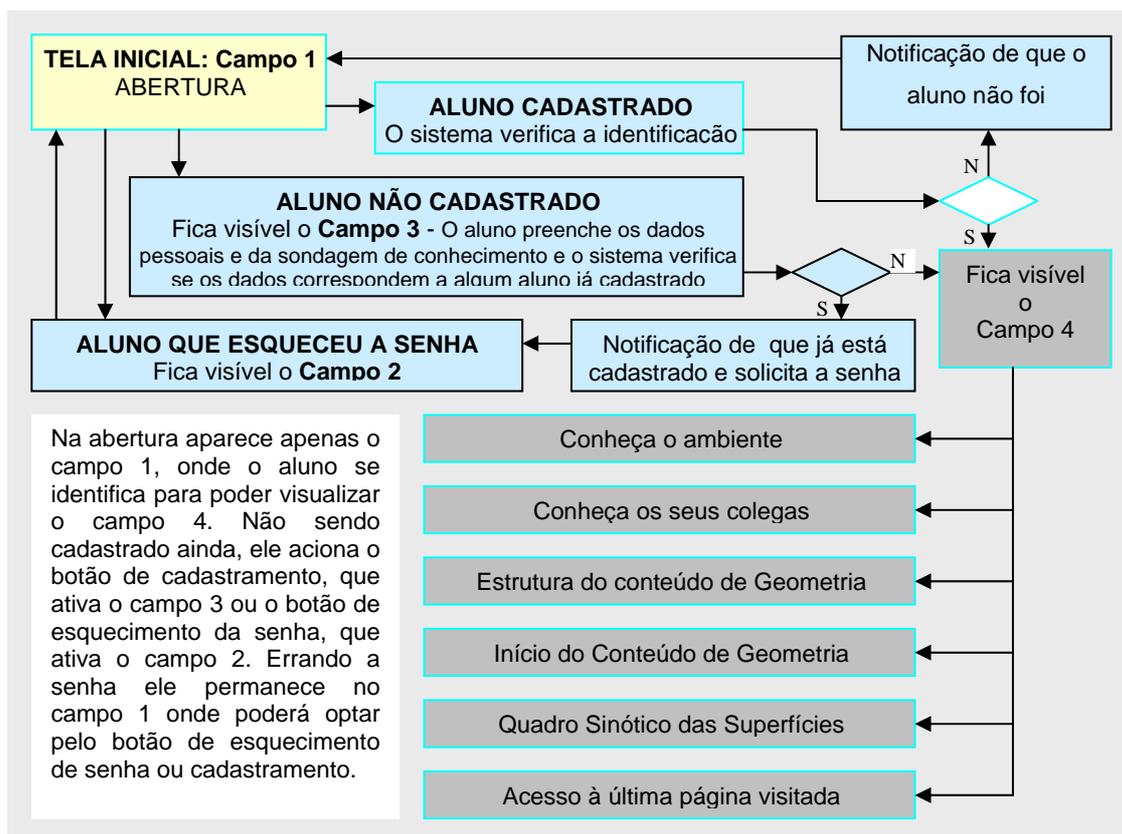
- CAMPO 1 (IDENTIFICAÇÃO):** Contains a "Cadastrar novo aluno" button, a "Nome:" field, a "Senha:" field, and an "Esqueci a senha" button.
- CAMPO 2:** Contains "Nome:" and "data de nascimento / /" fields, "Curso" and "Nº de matrícula" fields, and a "submeter" button. Below the fields is the instruction: "AGUARDE QUE A SENHA SERÁ ENVIADA PARA O SEU E-MAIL".
- CAMPO 3 (CADASTRAMENTO):** Contains "Nome:" and "data de nascimento / /" fields, "Senha:" and "repetir a senha:" fields, "E-mail", "Telefone", "telefone celular", "Curso", and "Nº de matrícula" fields. It also includes a "Conhecimento prévio de Geometria Descritiva" section with radio button options: "() nenhum", "() fraco", "() médio", and "() bom". Below this is a "Conhecimentos prévios deste conteúdo de superfícies geométricas" section with radio button options: "() nenhum", "() pequeno, apenas das superfícies mais conhecidas", "() médio, conheço os processos de geração e representação nas vistas ortogonais", and "() bom, conheço os processos de geração, representação ortogonal e operações com superfícies". A "submeter" button is located at the bottom right of this section.
- CAMPO 4:** Contains four buttons: "CONHEÇA O AMBIENTE", "Estrutura do Conteúdo", "Conheça a sua turma", "Início do Conteúdo de Geometria", "Quadro sinótico das superfícies geométricas", and "Acesso à última tela visitada". A "SEGUIR" button with a right-pointing arrow is located at the bottom right of this section.

No campo 3 é feito o cadastramento do aluno para colher os dados de identificação e, as primeiras informações quanto ao seu perfil de conhecimento sobre o tema abordado. Essas primeiras informações buscam identificar o nível

(estereótipo) considerado baixo do aluno, o qual deve merecer uma atenção maior desde o início do aprendizado no ambiente. Essas informações constituirão a primeira versão do modelo do aluno.

Declarando que tem nenhum ou fraco conhecimento de Geometria e nenhum ou fraco conhecimento prévio de superfícies geométricas, o aluno recebe a qualificação de nível baixo de conhecimento e o seu conteúdo pedagógico é adaptado com as configurações relativas a esse nível. Ao declarar ter conhecimento de médio a alto, recebe o conteúdo pedagógico principal (normal). A figura 7.4 mostra as navegações possíveis a partir da tela inicial onde é feita a identificação do usuário no sistema.

Figura 7.4: Navegações possibilitadas pela tela inicial



Após o cadastramento completo o sistema passa a ter condições, a qualquer tempo, de identificar e monitorar o seu comportamento durante as diversas seções do aprendizado. Todas as suas ações relevantes, como

páginas consultadas, exercícios concluídos, navegações, tempo gasto, etc. serão utilizadas posteriormente para atualizar o modelo do aluno.

7.4 A visibilidade do grupo, do conteúdo e do ambiente

No campo quatro da tela inicial (figura 7.3) podem ser identificadas três categorias de *links* que possibilitam diferentes acessos:

- 1) Informações sobre ambiente hipermediático (*link* 'Conheça o ambiente');
- 2) Informações sobre os demais membros da comunidade de aprendizagem (*link* 'conheça os seus colegas'), cujas informações podem ser encontradas na tela correspondente a figura 7.5;
- 3) Conteúdo pedagógico: O *link* 'Estrutura do conteúdo de Geometria' abre a tela mostrada na figura 7.7, que é uma forma do aluno escolher o módulo que quer aprender. O *link* 'Início do conteúdo de Geometria' possibilita ao aluno o acesso ao primeiro módulo recomendado pelo sistema. O *link* 'Quadro sinótico das superfícies geométricas' abre uma tela que dá uma visão geral da classificação das superfícies. O *link* 'acesso à última página visitada' possibilita ao aluno retornar ao exato ponto em que terminou na última seção.

A tela referente a figura 7.5 tem a função de favorecer a integração do aluno com o seu grupo, situando o aprendiz frente ao conteúdo e aos seus pares. Essa tela possibilita 'enxergar' os demais colegas e ficar sabendo quem são eles, quantos são, como estão conseguindo vencer os conteúdos pedagógicos dos módulos e quais são aqueles que tem condições de prestar auxílio em ocasiões de dificuldades com o aprendizado.

Clicando sobre o nome do aluno abre-se um frame com as informações relativas a apresentação pessoal do colega. O *link* 'Resumo das consultas feitas', possibilita acesso à tabela mostrada na figura 7.6, que mostra a quantidade de consultas feitas pelo aluno e recebidas de seus colegas ao longo do processo de aprendizagem. Essa tabela fornece uma visão ampla do envolvimento dos alunos com a comunidade de aprendizagem. Isto possibilita que cada aluno possa comparar-se aos demais colegas e com isso reduzir a inibição inicial. Esses dados também serão utilizados pelo modelo do aluno.

Figura 7.5: Relação dos Componentes e Módulos

voltar	Superfícies	Orientações	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------------	----------------------

Acompanhamento **Veja no quadro abaixo como está a evolução de seus colegas.**

Não iniciado	
Em andamento	
Concluído	

Esta tabela mostra a relação dos nomes de seus colegas e os módulos do conteúdo que eles já concluíram ou estão em andamento. Essas informações ajudam você a escolher o colega que poderá ser consultado durante o seu aprendizado.

NOME	MÓDULOS CONCLUÍDOS E EM ANDAMENTO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Você																
Aluno A																
Aluno B																
Aluno C																
Aluno D																
Aluno E																
Aluno F																
Aluno G																
Aluno H																

Lembre-se de que se você poderá consultar seus colegas que estiverem desenvolvendo o mesmo módulo que você ou estiverem mais adiantados. Outrossim poderá ser consultado por colegas que ainda não chegaram onde você chegou ou estiverem desenvolvendo o mesmo módulo. A participação e a colaboração são ferramentas importantes no aprendizado.

← RECUA
SEGUE →

Figura 7.6: Resumo das consultas feitas e recebidas

voltar	Superfícies	Orientações	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------------	----------------------

Resumo das Consultas

NOME	Número de consultas feitas (F) e recebidas (R) por Módulo																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R
VOCÊ																						
Aluno A																						
Aluno C																						
Aluno D																						
Aluno E																						
Aluno F																						
Aluno G																						
Aluno H																						
Aluno I																						
TOTAL																						
Média da turma																						
Valor esperado																						

← RECUA
SEGUE →

A figura 7.7, mostra a divisão do conteúdo de Geometria em 15 módulos, os quais podem ser acessados aleatoriamente. O aluno faz a escolha do próximo módulo que pretende estudar, podendo acessá-lo por meio do acionamento dos *links* contidos nos títulos. Este painel mostra também a progressão obtida pelo aluno, em forma de marcação nas colunas correspondentes ao estágio de desenvolvimento de cada módulo.

Figura 7.7: Estrutura Geral do Tema Superfícies Geométricas

voltar	Superfícies	Orientações	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
Estrutura geral											
MÓDULOS				CONCLUÍDO	EM ANDAMENTO	NÃO INICIADO					
1 – Superfícies Geométricas Superfícies Poliédricas											
2- Superfícies Cônicas em Geral Cone de Revolução											
3- Superfícies Cilíndricas em Geral Cilindro de Revolução											
4- Hiperbolóide Escaleno de 1 folha · Hiperbolóide de 2 folhas · Hiperbolóide Elíptico 1 folha											
5- Parabolóide Hiperbólico											
6- Cilindróide											
7- Conóide											
8- Helicóides Axiais (de plano e de Cone Diretor)											
9- Esfera											
10- Elipsóide de Revolução Elipsóide Escaleno											
11- Parabolóide de Revolução											
12- Toro Circular											
13- Serpentina											
14- Pirâmides PI 1											
15- Prismas PR 1											

← RECUA
SEGUE →

No ambiente hipermediático TEHCo, cada um desses quinze módulos foi planejado de acordo com os objetivos pedagógicos voltados ao saber ou ao saber fazer. O conteúdo pedagógico básico, ou principal (Cp), foi elaborado com recursos hipermediáticos constituídos de texto, figuras, animações, vídeos, sons, narrações, e ferramentas colaborativas para troca de informações com a comunidade de aprendizagem. A tela correspondente a figura 7.7 constitui a principal referência para o aluno sobre a forma como o conteúdo do domínio foi sub-dividido em módulos, o que o aluno já viu e o que está faltando.

7.5 O tratamento dos erros no conteúdo pedagógico do módulo 1

O primeiro módulo, que contém o conteúdo relativo às superfícies geométricas e superfícies poliédricas, por seu foco introdutório mais direcionado ao desenvolvimento dos conceitos que são manipulados durante todos os demais módulos, tem um objetivo pedagógico voltado ao 'saber'. A verificação, por isso, é efetivada por questões do tipo Q3, detalhadas no item 6.5.4.2 do capítulo seis. Essas questões abordam o erro segundo uma perspectiva mais simplificada. Por sua característica de não envolver situações-problema, o nível de envolvimento cognitivo do aprendiz é de baixa demanda e se restringe ao caráter declarativo dos conhecimentos.

Após as interações com o conteúdo pedagógico principal, onde o aluno tem possibilidade de aprender pela associação com imagens, sons, vídeos e manipulação de objetos, troca de informações com colegas, ele chega a tela de fechamento, onde é questionado sobre o seu desejo de submeter-se à verificação do aprendizado ou se prefere, antes, fazer uma revisão do conteúdo. Ao optar pela verificação, lhe é apresentada uma situação na qual ele precisa identificar os elementos que a compõe segundo a ótica do conhecimento que adquiriu no módulo.

A figura 7.8 mostra o conteúdo dessa verificação. É apresentado ao aluno uma situação de identificação de uma rampa segundo os conceitos geométricos adquiridos, principalmente aqueles relativos à superfícies planas, de plano-diretor, cone-diretor e superfícies de aresta de reversão.

O enfoque prático, ancorado no meio sócio-cultural e constituinte do seu foco profissional é resultado do direcionamento congruente com a Teoria da Cognição Situada e agrega sentido de valor ao seu conhecimento. O aluno precisa identificar e resolver a situação proposta. Na tela seguinte lhe é apresentado um grupo de opções de respostas ao enunciado, conforme mostra a figura 7.9. Essas opções, então, buscam identificar se houve deslize, acerto, erro e abrem espaço para o autodiagnóstico.

Não há, nesse tipo de questão, distinção entre erro baseado em regras e erro decorrente da falta de conhecimento. O procedimento adotado pelo sistema é aquele relativo ao diagrama UML da figura 6.17 do capítulo anterior.

Figura 7.8: Verificação do conhecimento do módulo 1

[voltar](#) Verificação



figura 1

O terreno apresenta um declive e, no canto dos fundos, foi feito um patamar horizontal sobre o qual foram feitas duas pequenas edificações. A intenção do proprietário é fazer o acesso por rampa conforme indica o croquis. Analise bem esta situação, compare com a figura 2 e responda os quesitos da próxima tela:

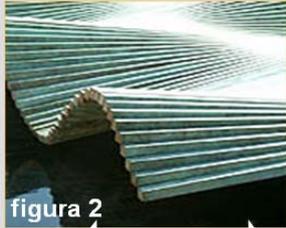


figura 2

← RECUA SEGUE →

Figura 7.9: Questões da Verificação do conhecimento do Módulo 1

[voltar](#) Verificação

RESPONDA:

- 1- () Esta rampa não é plana, mas sim uma superfície geométrica de plano diretor. SG75
- 2- () Esta rampa é uma superfície geométrica de cone diretor. SG61
- 3- () A rampa é um plano, por isso não faz sentido dizer que é de plano ou cone diretor. SG60
- 4- () A rampa tem o mesmo processo de geração daquele da figura 1. SG61
- 5- () Não sei identificar que tipo de superfície é esta. SG65



figura 1

← RECUA

A resposta certa é a de número 1, marcando-a o aluno está em condições de prosseguir, sendo conduzido à tela da estrutura do conteúdo (figura 7.7) para que possa escolher o próximo módulo a ser desenvolvido no seu estudo. Se o aluno marcar a resposta de nº 3 (figura 7.9), correspondente a um deslize, o sistema compara com o modelo do aluno e, ao constatar que o seu nível de conhecimento é normal ou alto, recebe um aviso de que cometeu um deslize por não observar com atenção o não paralelismo dos lados do polígono que representa a rampa e, ato contínuo, retorna ao enunciado. Caso o seu nível de conhecimento, inferido pelo sistema, seja baixo, o tratamento da resposta é como se ela estivesse errada e então ele é encaminhado para o conteúdo pedagógico suplementar.

Figura 7.10: Aviso de que a resposta não está dentro do esperado.

The screenshot shows a warning dialog box with a light gray border. At the top left, there is a button labeled 'voltar'. The title of the dialog is 'Aviso'. The main text reads: 'A resposta não está certa, o que indica que o aprendizado que deveria ter acontecido neste módulo não foi satisfatório. Deseja ver a resposta certa? () SIM SG53'. Below this text is a button labeled 'segue' with a right-pointing arrow. At the bottom of the dialog, there is a section of explanatory text: 'Esta tarefa é executada internamente pelo sistema. O sistema consulta a base de dados para verificar se o aluno já fez a REVISÃO CONCEITUAL (SC) deste módulo. Se positivo, ele é conduzido ao professor SIM () Se não fez a revisão, vai para o conteúdo pedagógico suplementar Cpt. NÃO ()'.

Ao fazer a opção pela resposta de nº 2 ou a de nº 4 (da figura 7.9), ele demonstra claramente a falta de conhecimento. O sistema comunica que a resposta está errada (figura 7.10) e exibe um link que o aluno poderá acionar

para ver a resposta certa, caso seja de sua vontade.

O sistema, ao identificar o erro, verifica se o aluno já recebeu a Síntese conceitual (SC) complementar. Caso tenha recebido, ele é encaminhado ao professor para que esse determine ações adequadas. Se o aluno não recebeu a síntese conceitual (Sc), passa para as telas que compõe esse conteúdo complementar.

Se o aluno escolher a resposta de nº 5 será encaminhado a uma tela onde deverá manifestar a sua opinião sobre a qualidade da aprendizagem naquele módulo. Isso acontece na tela de autodiagnóstico mostrada na figura 7.11, onde, ao fazer a marcação da resposta, o sistema o encaminhará a etapa previamente estabelecida para o caso.

Figura 7.11: Tela de autodiagnóstico para questões do tipo Q3

[voltar](#) **Auto-diagnóstico**

Ao que parece você está com alguma dificuldade com este conteúdo. Por isso é importante que você identifique a razão de não ter obtido sucesso na solução do problema, apontando a alternativa abaixo que melhor reflita a sua dificuldade:

[Não tenho simpatia pelo conteúdo](#)

[Me falta motivação para a aprender esse tema](#)

[O enunciado deixa margem a dupla interpretação](#)

[Os conceitos utilizados na solução dos problemas não estão muito bem sedimentados](#)

[Sinto dificuldades com o conteúdo porque é muito difícil](#)

[Foi apenas um deslize que já identifiquei. Posso prosseguir normalmente.](#)

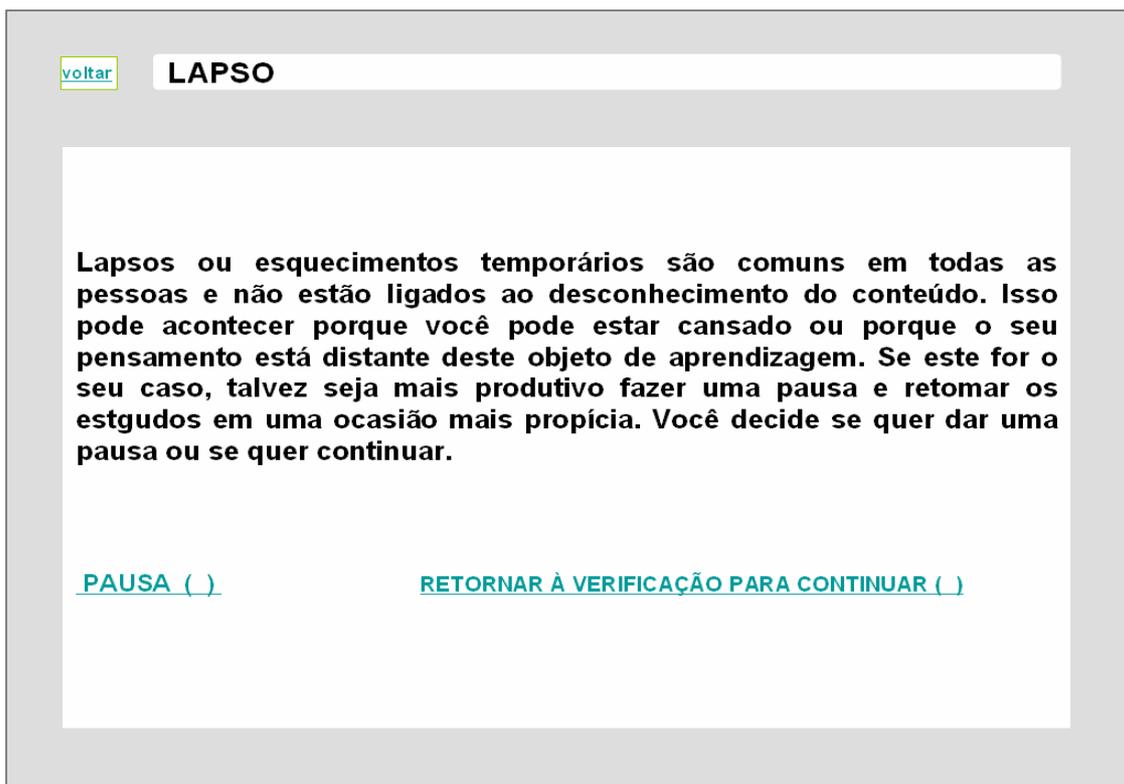
[Deu um branco. Esqueci momentaneamente um detalhe importante, mas sei o conteúdo.](#)

Essas informações são colhidas pelo sistema para ajustar o modelo do aluno. O destino dado a cada escolha que o aluno pode fazer é o seguinte:

- 1) Lapso, correspondente a última opção do autodiagnóstico. Neste caso

aparece uma tela que indaga se ele quer interromper a seção de aprendizagem para retornar em outra ocasião, ou se deseja continuar (figura 7.12),

Figura 7.12: Lapsos



- 2) Falta de conhecimento (respostas 4 e 5 do autodiagnóstico), Neste caso ele será encaminhado ao conteúdo pedagógico suplementar voltado ao embasamento teórico (Cpt).
- 3) A marcação das opções 1 ou 2 indicam que o aluno apresenta rejeição ou falta de motivação e por isso merecem uma análise detalhada do professor / mediador, uma vez que o sistema não abrange esse tipo de situação.
- 4) Dupla interpretação do enunciado (terceira opção do autodiagnóstico): Neste caso o aluno recebe uma outra página com um enunciado do mesmo problema, escrito de uma outra forma.

- 5) Foi um deslize (penúltima opção do autodiagnóstico). Ao informar ao sistema que foi um deslize, ele é reconduzido ao enunciado da verificação.

7.6 Situações de erro no conteúdo pedagógico do módulo nove

O módulo 9, que trata do conteúdo relativo à esfera, foi escolhido aleatoriamente dentre os módulos restantes do domínio. Em todos os módulos, a exceção do primeiro, os erros cometidos durante o processo de verificação do conhecimento adquirido, podem ser inteiramente enquadrados na taxionomia dos erros humanos GEMS. Isto é, além dos lapsos e deslizes é possível identificar os erros baseados em regras e erros baseados em conhecimento, ao contrário do módulo 1.

Ao ingressar no módulo nove, relativo a esfera, o aluno recebe a orientação para a formulação do resumo escrito sobre o aprendizado que obteve e sobre as dúvidas que ainda persistem do módulo anterior. Esse relato é feito por meio da ferramenta 'bloco de notas', que é um frame que se abre mediante o acionamento do *links* permanente da interface no alto da tela.

Ao redigir, o aluno não só sedimenta a sua aprendizagem do módulo anterior, como produz um material escrito que tem por objetivo o confronto com os diferentes pontos de vista de seus colegas. Desses relatos e das sugestões dos alunos serão determinados os ajustes futuros do ambiente de aprendizagem, culminando pela inclusão ou exclusão de partes do conteúdo ou da forma de apresentação.

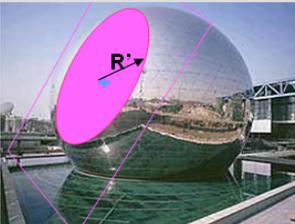
As telas seguintes correspondem ao desenvolvimento do conteúdo pedagógico principal do módulo Esfera, com a característica de associar situações do cotidiano profissional ou social, à linguagem de Geometria. Exemplo dessa associação está na figuras 7.13 e 7.14.

A integração entre os alunos, que é um dos pressupostos da teoria da Cognição Situada, é estimulada ao longo da interação do aluno com o ambiente de aprendizagem. Essa interação acontece paralelamente às adaptações de conteúdo e de navegação, que são distintas para cada aluno.

Figura 7.13: Associação da geometria com o cotidiano 1

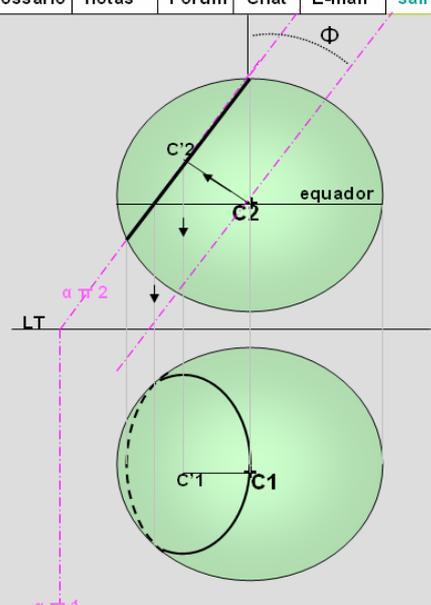
voltar	ESFERA	Seções	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
------------------------	--------	--------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------------	----------------------

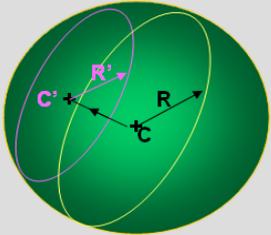
Seções na esfera



LEMBRETE:
Não importa como a esfera é cortada, a seção será sempre uma circunferência, entretanto a sua projeção poderá ser uma reta, uma elipse ou uma circunferência.

Observe que a reta C C' é uma reta frontal que fica perpendicular ao plano de topo.





A elipse (projeção em π_1 da circunferência do corte) tem como raio maior R' (raio do corte) e como raio menor a "projeção" de R' .

Observe a visibilidade do corte na projeção. Se você sabe como determina-la pode continuar, caso contrário use o link referente a visibilidade do corte nas projeções.

[Visibilidade do corte nas projeções](#)

[Aplicações práticas da planificação da esfera](#)

[Esfera cortada por plano de perfil](#)

[Obtenção das projeções do corte passo a passo](#)

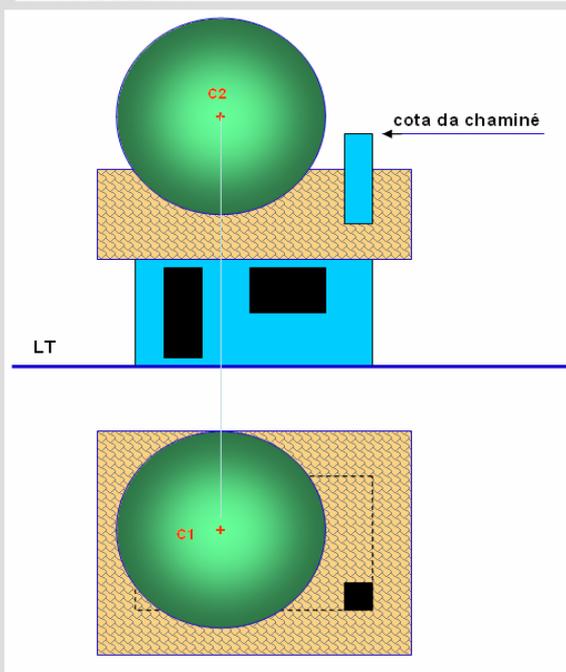
[Planificação da esfera cortada](#)

←
→

Figura 7.14: Associação da geometria com o cotidiano 2

voltar	ESFERA	Seções	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
------------------------	--------	--------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------------	----------------------

PROBLEMA



Imprima essa página e solucione o problema proposto:

As projeções dadas em é pura são de um barraco meia-água e de uma esfera. Responda:

- 1() A esfera, nesta posição, não toca o telhado e nem tocaria se o seu centro tivesse a mesma altura do alto da chaminé
- 2() A esfera não é tangente ao telhado e só vai ser tg se o centro tiver a mesma cota do alto da chaminé
- 3() A esfera é tangente ao telhado e seria secante se o seu centro tivesse a mesma cota do alto da chaminé
- 4() O telhado é secante à esfera nesta posição e também seria se o centro tivesse a cota do topo da chaminé
- 5() Quando o centro da esfera tem a cota do chaminé o plano do telhado corta a esfera e a seção tem o raio igual ao raio da esfera
- 6() Se o plano do telhado cortasse a esfera, a projeção do corte em π_1 seria uma circunferência

←
→

Após as interações e navegações próprias do desenvolvimento do conteúdo pedagógico principal do Módulo esfera, que ocorre dentro das diretrizes descritas na parte inicial do capítulo, é apresentado ao aluno a página de 'FECHAMENTO' do módulo. Essa página antecede à verificação do conteúdo e nela, conforme pode ser observado na figura 7.15, o ambiente oferece um conjunto de informações estatísticas e diagnósticos, resultado da inferência que fez a partir dos dados que colheu durante as interações com o conteúdo pedagógico e com o grupo de aprendizagem. Com elas, o aluno decide o caminho à seguir.

Figura 7.15: Tela de fechamento do Módulo da Esfera

voltar	ESFERA	Fechamento	Estrutura	Controles	links úteis	Glossário	notas	Forum	Chat	E-mail	sair
------------------------	--------	------------	---------------------------	-----------	-------------	-----------	-------	-------	------	--------	------

Fechamento

Se você chegou até essa tela, é porque já deve ter conhecimento suficiente do conteúdo da esfera. Entretanto, caso algum dos tópicos abaixo não tenha ficado muito claro, você pode clicar sobre ele e retornar ao tema para uma revisão. Caso contrário clique em "segue" para ter acesso a verificação de seu conhecimento.

- [Planificação de esferas, semi-esferas e quarto de esferas pelo método dos 8 fusos.](#)
- [Planificação de calotas esféricas](#)
- [Determinação das projeções e VG do corte produzido na esfera por um plano Horizontal e frontal](#)
- [Determinação das projeções e VG do corte produzido na esfera por plano qualquer](#)
- [Determinação das projeções e VG do corte produzido na esfera por plano de rampa](#)
- [Visibilidade do corte na esfera](#)
- [Determinação das projeções dos pontos de intersecção de uma reta com esfera](#)
- [Tangência de esferas](#)
- [Tangência de plano na esfera](#)
- [Mais exercícios](#)
- [VOLTAR AO INÍCIO DESTE MÓDULO.](#)

SUGESTÕES: [Inclusão de conteúdo teórico](#); [Inclusão de problema](#) [Retirada de conteúdo](#)

ESTATÍSTICA:	DIAGNÓSTICO PRELIMINAR:
Você visitou% do conteúdo deste módulo	Compartilhou seus conhecimentos com Colegas, fez
Consultas e foi consultado Vezes.	Redigiu Palavras no seu caderno de anotações. Utilizou Vezes o fórum. Permaneceu Horas trabalhando neste tema.
	ISTO PODE SER: POUCO, ACEITÁVEL, BOM

É NECESSÁRIO aprofundar mais o estudo da ESFERA. O que você pretende fazer: Retornar ao conteúdo?
Ou, mesmo assim, fazer a Verificação do conhecimento?

É RECOMENDÁVEL que antes de prosseguir você se certifique de que está realmente dominando o conteúdo. Caso contrário escolha o item acima que você mais sentiu dificuldade e faça uma revisão rápida.
Deseja fazer a Verificação do conhecimento assim mesmo, sem revisão? [SIM](#)

Em princípio você está em condições de fazer a verificação do seu aprendizado.

VERIFICAÇÃO 

No campo relativo à estatística, o sistema mostra ao aluno o perfil do seu comportamento e as inferências sobre o seu nível de aprendizado. Se o modelo do aluno indicar que o aprendiz tem um nível alto de conhecimento,

aparece o campo da parte baixa da tela, recomendando a verificação, uma vez que ele, supostamente, já estaria em condições de fazê-la .

Se o aluno mostrar um perfil de conhecimento médio, o sistema 'RECOMENDA' uma revisão do conteúdo após a qual ele poderá se submeter à verificação. Entretanto se o perfil de conhecimento do aluno for baixo, o ambiente informa a revisão é 'NECESSÁRIA' antes de prosseguir. Tanto no nível médio quanto no baixo, não é vedado ao aluno fazer a verificação do conteúdo mesmo que as indicações sejam para que ele a faça, porque o objetivo deste ambiente hipermidiático não é 'avaliar', mas proporcionar condições de aprendizado com os erros.

A tela de fechamento também se constitui em uma oportunidade para o aluno intervir no ambiente, sugerindo inclusão de conteúdo teórico e problemas, ou retirada de material.

Ao optar por fazer a verificação do aprendizado, o aluno avança e recebe as telas relativas aos problemas. A verificação apresentada para este módulo da esfera é constituída de dois problemas divididos em duas partes cada um. Essa configuração é apenas uma opção feita pelo *expert* do material pedagógico. Poderia, sem problemas, ser apresentada com apenas um problema. A restrição é a de que deve obedecer as diretrizes aqui estabelecidas. Ou seja, a elaboração das respostas deve ser planejada de forma que elas possam levar à identificação de deslizos, erros de aplicação de regras ou erros devidos à falta de conhecimento.

A figura 7.16 mostra o enunciado do primeiro problema destacando as duas partes onde cada uma delas tem uma tarefa específica. Neste caso aluno imprime e resolve o problema independente do ambiente hipermidiático, porém em outras situações os problemas podem ser resolvidos diretamente na tela do computador.

As telas das figuras 7.17, 7.18 e 7.19 trazem as alternativas de respostas do primeiro problema. O aluno, após ter resolvido o problema e obtido a solução fará a escolha daquela que corresponder com o seu resultado. No ambiente TEHCo o aluno procede individualmente e não em grupo durante a verificação.

Figura 7.16: Enunciado do Primeiro Problema

Verificação da esfera

Primeiro problema

Imprima esta página para solucionar individualmente este problema.

ENUNCIADO:

1ª PARTE: Determinar as projeções e a VG do corte produzido na esfera (de diâmetro= 4,5 cm) pelo plano correspondente a face do prisma.

2ª PARTE: Planifique a parte da esfera que fica saliente ao prisma.

Figura 7.17: Opções de resposta da primeira parte do primeiro problema

voltar

Opções de respostas 1ª PARTE do 1º Problema

Marque as projeções ortogonais correspondentes à resposta correta 9 () Não sei resolver o problema

1 ()

2 ()

3 ()

4 ()

5 ()

6 ()

7 ()

8 ()

RECUA
SEGUIE

Figura 7.18: Opções de resposta da segunda parte do primeiro problema 1

[voltar](#) **Opções da Planificação** Analise as 7 alternativas a seguir e compare com a resposta a que você chegou:

RECUA
SEGUE

Figura 7.19: Opções de resposta da segunda parte do primeiro problema 2

[voltar](#) **alternativas - continuação**

A planificação correta da esfera do problema corresponde à alternativa:

A () B () C () D () E () F () G ()

A e E () B e C () A e F () G e F ()

H () Nenhuma dessas alternativas porque o equador retificado forma um quadrado com lado igual a πR .

J () Não sei planificar a esfera cortada

RECUA
SEGUE

A figura 7.20 mostra o enunciado do segundo problema e as opções de resposta da primeira parte. As opções de resposta referente a segunda parte são apresentadas na figura 7.21.

Figura 7.20 : Segundo problema

[voltar](#)

Problema 2

PRIMEIRA PARTE

Imprima esta página e solucione individualmente este problema

A posição relativa entre essas duas esferas é:

1 () Se cortam e a circunferência do corte tem diâmetro maior do que 1 cm.

2 () Se cortam e a circunferência do corte tem diâmetro menor do que 1 cm.

3 () São tangentes

4 () Não se tocam e a distância entre as esferas é superior a 0,7 cm.

5 () Não se tocam e a distância entre as esferas é menor do que 0,5 cm.

6 () As projeções mostram 4 esferas, duas verdes e duas azuis, que se tocam duas a duas.

7 () Não sei resolver este problema

← RECUA

SEGUE →

Da mesma forma que o primeiro problema, o segundo deve ser solucionado em folha impressa e comparado com as alternativas de resposta oferecidas pelo ambiente. As respostas apresentadas pelo aluno e colhidas pelo sistema estão enquadradas na biblioteca de erros estabelecida pela equipe de elaboração do conteúdo e são o primeiro indicativo de erro ou acerto. Todas as combinações possíveis de respostas constam da tabela 7.1, de onde é possível relacionar as respostas para cada problema com uma letra. A combinação das duas letras, obtidas uma em cada problema, tem um destino pré-definido e condizente com a taxionomia GEMS. O sistema, entretanto, toma essas respostas e as compara com o perfil cognitivo do aprendiz, contido no seu modelo do aluno. A forma de fazer isso está sintetizada na tabela 7.2

onde é possível observar a mudança de enquadramento das respostas segundo os três níveis de conhecimento do aluno.

Figura 7.21: Opções de resposta da segunda parte do segundo problema

voltar
Questões / justificativas

Qual dos procedimentos abaixo você utilizou para chegar à solução do problema?

1 () C Por meio da rotação em torno de um eixo vertical que passa pelo centro de uma das esferas é possível transformar a reta que une os dois centros em uma reta frontal e, nessa condição é possível verificar se as esferas são tangentes ou não, e assim obter a solução.

2 () R Passando um eixo de topo pelo centro de uma das esferas e rotacionando a outra até posicionar as duas paralelamente a π_2 (plano vertical de projeção), identifica-se, naquela posição, se são tangentes ou não.

3 () R Uma mudança de plano horizontal de projeção, colocando a nova LT perpendicular à reta que une os dois centros permite construir as projeções que indicam se as esferas são tangentes ou não.

4 () C Passando uma nova LT paralela a O_1C_1 pode-se fazer a mudança de plano vertical de projeção que possibilita transformar a reta que une os dois centros em uma reta frontal. Assim, na projeção em π_2' , pode-se verificar se as esferas são tangentes ou não.

5 () K Como as esferas sempre se projetam no seu verdadeiro tamanho, tanto em π_2 quanto π_1 , é possível fazer a medição da distância entre as esferas diretamente nessas projeções, e saber se são tangentes ou não.

6 () K Elas são concêntricas e por isso basta calcular a diferença entre os diâmetros.

7 () C Passando uma nova LT paralela a O_2C_2 pode-se fazer a mudança de plano horizontal de projeção, que possibilita transformar a reta que une os dois centros em uma reta horizontal. Assim pode-se verificar se as esferas são tangentes ou não na nova projeção π_1' .

8 () K A determinação da 3ª projeção, em π_3 , possibilita a verificação da tangência ou não das esferas, sem necessidade de outros artificios.

9 () C Passando um plano vertical ou de topo pelos centros das esferas e rebatendo esse plano, é possível obter a condição de verificar se ocorre tangência ou não.

10 () C Um eixo de topo passando pelo centro de uma das esferas permite rotacionar a outra de forma que a reta que une os dois centros seja uma horizontal. Assim, na projeção em π_1 , pode-se observar se são tangentes ou não.

← RECUA
SEGUE →

A matriz dos resultados, apresentada na tabela 7.1 não inclui os deslizos porque fazem parte de uma providência que antecede a emissão da resposta quando os alunos têm um nível de habilidade cognitiva normal ou alto. Quando os deslizos ocorrem, o sistema reconduz o aluno automaticamente de volta ao enunciado, salvo quando o perfil é de baixo conhecimento. Neste caso o deslize é convertido em erro de aplicação de regras

A tabela 7.2 mostra o ajuste da resposta apresentada pelo aprendiz, feita pelo sistema, com base no no nível de conhecimento que é resultado da atuação do modelo do aluno. Esse ajuste possibilita concluir com maior grau de certeza se o aluno incorreu em um deslize, erro de aplicação de regras ou erro de conhecimento.

Tabela 7.1: Matriz das respostas dos dois problemas da verificação

1º PROBLEMA RESPOSTAS DA 1ª PARTE	1º PROBLEMA: RESPOSTAS DA 2ª PARTE												
	A	B	C	D	E	F	G	A e E	B e C	A e F	G e F	H	J
1	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A
2	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A
3	R	K	K	K	R	R	R	R	K	R	R	R	A
4	R	K	K	K	R	R	R	R	K	R	R	R	A
5	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A
6	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A
7	R	K	K	K	R	C	C	R	K	R	C	R	A
8	R	K	K	K	R	R	R	R	K	R	R	R	A
9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

2º PROBLEMA: 1ª PARTE	2º PROBLEMA : RESPOSTAS DA 2ª PARTE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	R	R	R	R	K	K	R	K	R	R
2	R	R	R	R	K	K	R	K	R	R
3	R	R	R	R	K	K	R	K	R	R
4	R	R	R	R	K	K	R	K	R	R
5	C	R	R	C	K	K	C	K	C	C
6	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabela 7.2: Ajuste do enquadramento a partir do modelo do aluno

Nº	LETRAS	OCORREU	AJUSTE PELO NÍVEL DE CONHECIMENTO DO ALUNO		
			ALTO	MÉDIO	BAIXO
1	C – C	CERTO: (C)	C	C	C
2	C – R	ERRO DE REGRAS (ER)	ER	ER	EC
3	C – K	ERRO DE CONHEC. (EC)	ER	EC	EC
4	C – A	AUTODIAGNÓSTICO (AD)	AD	AD	AD
5	R – R	ERRO DE REGRAS (ER)	ER	ER	EC
6	R – K	ERRO DE CONHEC. (EC)	ER	EC	EC
7	R – A	AUTO DIAGNÓSTICO (AD)	AD	AD	AD
8	K – K	ERRO DE CONHEC. (EC)	ER	EC	EC
9	K – A	AUTODIAGNÓSTICO (AD)	AD	AD	AD

7.7 Autodiagnóstico para questões Q1 e Q2

Para as questões Q1 e Q2, o auto diagnóstico difere um pouco daquele relativo à questões do tipo Q3, visto que permite identificar as necessidades de fundamentação teórica ou de fundamentação prática, conforme pode ser observado na figura 7.22.

Figura 7.22: Autodiagnóstico para questões do tipo Q1 e Q2

voltar

Auto-diagnóstico

Ao que parece você está com alguma dificuldade com este conteúdo. Por isso é importante que você identifique a razão de não ter obtido sucesso na solução do problema, apontando a alternativa abaixo que melhor reflita a sua dificuldade:

- [\(\) Não tenho simpatia pelo conteúdo](#)
- [\(\) Me falta motivação para a aprender esse tema](#)
- [\(\) O enunciado deixa margem a dupla interpretação](#)

- [\(\) Sinto falta de mais aplicações práticas](#)
- [\(\) Sinto dificuldades. Acho que o conteúdo é muito difícil](#)
- [\(\) As vezes eu me confundo na hora de aplicar os conhecimentos](#)
- [\(\) O desenvolvimento teórico do tema precisa ser mais aprofundado](#)

- [\(\) Foi apenas um deslize que já identifiquei. Posso prosseguir normalmente.](#)
- [\(\) Deu um branco. Esqueci momentaneamente um detalhe importante, mas sei o conteúdo.](#)

As nove alternativas que são apresentadas ao aluno, conduzem a seis destinos diferentes:

- 1) Lapso, pela escolha da opção: ‘Deu um branco. Esqueci momentaneamente um detalhe importante, mas sei o conteúdo’.
- 2) Deslize, pela escolha da opção: Foi apenas um deslize que já identifiquei e me sinto em condições de prosseguir normalmente.
- 3) Conteúdo suplementar de fundamentação teórica Cpt, possibilitado pela escolha das opções : ‘Os conceitos utilizados na solução dos problemas

- não estão muito bem sedimentados' ou 'Sinto dificuldades com o conteúdo e acho que uma revisão mais profunda seria produtiva'.
- 4) Conteúdo suplementar de fundamentação prática para melhorar a capacidade de utilização de regras e normas, proporcionado pela opção 'Acho que para firmar melhor o conhecimento seria produtivo uma revisão voltada à prática'.
 - 5) Professor, acesso automático possibilitado pelas opções 'Não tenho simpatia pelo conteúdo' e 'Me falta motivação para aprender esse tema'.
 - 6) Novo enunciado, possibilitado pela opção 'O enunciado deixa margem a dupla interpretação'.

7.8 Conteúdos suplementares

Os diagramas UML mostrados no capítulo seis, figuras 6.17 e 6.18, apresentam a dinâmica da administração dos conteúdos suplementares e mostram que ao final do conteúdo Cpp e Cpt são propostas verificações da aprendizagem do aluno. Nessas verificações o aluno emite respostas que possibilitam, em caso de acerto, avançar para o próximo módulo (estando em Cpp) ou possibilitam retornar à verificação do conteúdo principal (estando em Cpt). Para esses dois conteúdos suplementares o modelo TEHCo não prevê nenhum tratamento de erros.

A razão de não haver tratamento de erros está na desnecessária complexidade que o sistema adquire. O conjunto adicional de dificuldades que o modelo apresentaria não acrescentaria novos elementos de convicção à pesquisa desta tese. Não há, entretanto, nenhuma outra restrição à inclusão do tratamento de erros também nas verificações dos conteúdos suplementares Pcc e Cpt. Pelo contrário, essa providência tornaria o modelo mais completo.

7.9 Conclusão

À guiza de conclusão deste capítulo registra-se que a implementação do modelo TEHCo requer um conjunto de recursos financeiros, humanos, de infraestrutura laboratorial do campo da Informática e um cronograma que supera os limites estabelecidos pela UFSC/EPS para o prazo de conclusão

desta tese. Entretanto a implementação do Modelo TEHCo, para os objetivos desta tese, não é determinante de vez que ela não alteraria os resultados obtidos na simulação parcial das situações de erro apresentados neste capítulo.

Além da simulação, as conclusões aqui apresentadas apóiam-se também na consistência teórico-metodológica que fundamenta este trabalho. Os mecanismos de inferência previstos no Modelo são amplamente conhecidos e disponíveis na bibliografia que compõe a sustentação teórica.

O modelo TEHCo está estruturado para identificar, inferir e ajustar as situações de 'não acerto' durante o aprendizado de Geometria e assim municiar o aprendiz do material adequado às suas necessidades. Ele possibilita a distinção entre os erros cometidos em situações de 'saber' e 'saber fazer' e administra diferentes suplementos para cada uma dessas condições, favorecido pela utilização da taxionomia de erros humanos do modelo GEMS.

A suplementação de conteúdo pedagógico a partir dos tipos de erros, proposta pelo Modelo, é direcionada exatamente ao afetado nível de habilidades cognitivas, demonstrado pelo aluno e não apenas em uma situação-problema específica. Os deslizos e os lapsos, que não fazem parte dessas duas situações por não constituírem falta de conhecimento, são identificados e tratados de forma diferente daquelas aplicáveis aos erros.

O modelo TEHCO utilizou como campo de conhecimento a parte da Geometria que trata das superfícies geométricas. Entretanto, por suas características tem potencial para utilização em outros domínios do conhecimento desde que atenda ao conjunto de condicionantes e diretrizes expostos no capítulo seis e cuja síntese é constituída dos seguintes passos, a serem adotados pelas equipes multidisciplinar de experts responsáveis por esses possíveis domínios:

- Delimitação do conteúdo programático do domínio objeto de aprendizagem e estabelecimento dos objetivos pedagógicos a serem alcançados, de acordo com a taxionomia Bloom.

- Estabelecimento, com clareza, do que constitui, nesse domínio, o “saber” e o “saber fazer” (conhecimento declarativo e situações-problema).
- Divisão do conteúdo de domínio em módulos que encerram as mais importantes unidades conceituais.
- Identificação dos deslizes, erros de aplicação de regras ou erros provenientes de falta de conhecimento que historicamente os alunos apresentam nos conteúdos de cada módulo, para ser utilizada na elaboração da verificação da aprendizagem em cada módulo.
- Elaboração, para cada módulo, dos hipertextos e das demais mídias que compõe o conteúdo pedagógico principal, de forma a contextualizar teoria e prática, dentro das diretrizes da Cognição situada.
- Elaboração dos conteúdos pedagógicos suplementares (Cpt, Cpp, Sc) e respectivas verificações.
- Elaboração dos conteúdos adaptativos (*frames* e *links*) para cada módulo.
- Elaboração, para cada módulo, das orientações aos alunos quanto aos procedimentos que devem adotar nas discussões (*chat* e fórum) dos temas contidos nos módulos pedagógicos, de forma a favorecer a integração e o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa.
- Elaboração, para cada módulo, das verificações de aprendizagem para os conteúdos pedagógicos suplementares e as respectivas soluções.
- Elaboração das verificações de aprendizagem (e respectivas soluções) para o conteúdo principal de cada módulo, estruturando as questões e respostas com base nos dados históricos de erros para viabilizar o enquadramento na taxionomia GEMS.
- Elaboração do *Storyboard* (projeto individualizado de cada tela)
- Implementação.
- Testes, ajustes e finalização.

Neste ambiente o erro é identificado durante as interações que compõem a aprendizagem do aluno em cada módulo e, nessa ocasião, é tratado atendendo ao condicionante de que o erro precisa ser identificado e tratado no momento em que ocorre. Contribui neste propósito, além dos algoritmos de tratamento dos erros, mostrados nos diagramas UML do item 6.8, a adoção da teoria da Cognição Situada, amplamente exposta no capítulo um e operacionalizada neste capítulo sete.

8- CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

8.1 Considerações Finais

As considerações finais a respeito do modelo TEHCo, objeto desta tese, são apresentadas segundo os dois eixos que deram corpo a esta proposta, que é o tratamento dado aos erros humanos durante o processo de aprendizagem e a utilização da teoria da Cognição Situada como sustentação teórica do processo de aprendizagem.

8.1.1 O Tratamento dos Erros Humanos

A taxionomia GEMS, proposta por Reason (2002)², que emergiu da Psicologia Cognitiva, não reconhece existir qualquer correspondência direta entre os erros leves e graves com os erros baseados em regras e em conhecimentos. Adicionalmente, os lapsos e deslizes são considerados como inerentes ao comportamento dos indivíduos que tem conhecimento (sabem).

Conforme foi citado nos capítulos um e cinco desta tese, o tratamento dado às respostas emitidas pelos aprendizes nos ambientes hipermidiáticos de aprendizagem de Geometria pesquisados, não faz distinção entre erros devidos à falta de conhecimento, erros devido ao equivocado emprego de normas, lapsos e deslizes. Quando fazem algum tipo de distinção entre os erros aparecem as qualificações 'leves' ou 'graves' cuja identificação se dá a partir de parâmetros individuais estabelecidos pelos autores do conteúdo e materializados nas bibliotecas de erros. Neste modelo as bibliotecas de erros perdem o caráter individual, dependente de um único *expert* do assunto, e passam a ter um formato que busca atingir as causas e não as consequências dos erros. Com isso o tratamento dado aos erros humanos durante o processo de aprendizagem de Geometria passa a ser melhor direcionado às deficiências apresentadas pelos aprendizes.

O modelo TEHCo apresenta uma forma de elevar o grau de confiabilidade na identificação dos diferentes tipos de erros humanos que acontecem durante a aprendizagem de Geometria. Os erros identificados

durante as verificações e enquadrados dentro do que prescreve a taxionomia GEMS, são modelados a partir de três vias distintas :

- 1) Nível de habilidades cognitivas que a equipe de *experts* imagina que o aluno tenha ao escolher as respostas que ela propõe à sua escolha.
- 2) Nível de habilidades cognitivas do aluno inferido pelo sistema com base nas informações sobre o aluno, colhidas a partir de suas interações, manifestações nos diálogos de sondagem, respostas emitidas, tempo gasto em cada atividade e participação na comunidade de aprendizagem.
- 3) Nível de habilidades cognitivas que o aluno imagina ter, manifestadas por ele nas situações de autodiagnóstico e nas respostas que ele dá nos diálogos estabelecidos com o sistema.

As crenças que suportam os itens dois e três alimentam o modelo do aluno e o cruzamento com a resposta emitida por ele, possibilita a identificação do erro cometido, com maior clareza. É justamente essa condição que dá credibilidade à utilização dos algoritmos de redirecionamento do conteúdo. Assim, no modelo TEHCo, os erros não são considerados como símbolo de incapacidade ou como reflexo do fracasso pessoal do aluno, mas como indicativos de que, ao ocorrerem, estão emitindo alertas de que aquela etapa do aprendizado deve ser mais bem trabalhada.

Os níveis de habilidades cognitivas associadas aos erros humanos, aplicados aos ambientes de aprendizagem, propiciam uma nova perspectiva de indagação da efetiva capacidade de aquisição de conhecimento nos ambientes mediados por tecnologias, de vez que os erros deixam de ser vistos apenas por seu caráter polar ou sua genérica e imprecisa qualificação de graves ou leves e valorizam as âncoras nas estruturas cognitivas.

Nas situações de verificação do aprendizado, se o aprendiz demonstrar falta de conhecimento por não conseguir encontrar maneiras de resolver a situação problema que lhe é oferecida, receberá um conteúdo pedagógico suplementar direcionado a fortalecer a sua base conceitual. Se demonstrar dificuldades na aplicação de regras certas ou se apresentar dificuldade de

analisar corretamente a situação e com isso aplica a regra inadequada, ele recebe um conteúdo suplementar de conotação prática com vistas à possibilitar-lhe exercer a habilidade de fazer a transposição dos conhecimentos para situações semelhantes.

Essas duas situações de erro são realmente aquelas que tem importância durante a aprendizagem, especialmente a de Geometria. Com base nisso os erros, além de perderem o caráter negativo, passam a ser transitórios.

8.1.2 A Teoria da Cognição Situada no ambiente TEHCo.

Embora o fulcro deste trabalho seja a utilização do modelo GEMS, que se vale da taxionomia de erros humanos baseada na escala de habilidades cognitivas, a utilização das diretrizes da teoria da Cognição Situada na elaboração do material pedagógico e na condução da dinâmica pedagógica desempenha um papel decisivo na redução da possibilidade de existência de erros sistêmicos. Isto é, o algoritmo por si só não é suficientemente eficaz no gerenciamento de conteúdos suplementares se o meio estiver impregnado de elementos que favorecem o surgimento de falhas não previstas pelo sistema. O erro humano que se ancora nos paradigmas estabelecidos no convívio social, conforme demonstrado no capítulo cinco, encontra na teoria da Cognição Situada os mecanismos de controle das interferências externas à atividade de aprendizagem, possibilitando, assim, uma condição mais favorável e confiável de atuação do ambiente hipermidiático.

A apreciação crítica da adoção da teoria da Cognição Situada em ambientes hipermidiáticos de aprendizagem de Geometria só foi possível parcialmente em virtude do ambiente não ter sido utilizado a pleno com grupos de pessoas que compõe o público alvo. Entretanto na composição do material pedagógico ligado à prática profissional, executado dentro das diretrizes do modelo TEHCo, foi possível utilizar a linguagem característica do meio profissional que possibilita, segundo a base de sustentação teórica, a percepção inteira da situação onde o conhecimento se desenvolve. Nessa linha adquirem especial importância os registros das conclusões, o *feedback* e a

explicitação do saber adquirido em condições autênticas que o sistema propõe aos alunos. Com isso, as contribuições da teoria da Cognição Situada no modelo TEHCo, são aquelas da estruturação do conteúdo pedagógico, conforme preconiza o capítulo seis, das manifestações do aluno no autodiagnóstico e da indução aos trabalhos colaborativos com a explicitação das conclusões individuais e coletivas. O *feedback* do grupo e do objeto (ambiente hipermediático) que compõe o meio, ligado à figura do professor, que atua como moderador, estabelece as condições suficientes para a utilização dessa teoria na viabilização do tratamento de erros.

8.1.3 Atendimento aos Objetivos da Tese

A proposição do modelo do ambiente Hipermediático para aprendizagem com Tratamento de Erro baseado nas Habilidades Cognitivas (TEHCo), e a simulação de uso em situação de erro, apresentada no capítulo seis, comprovam que os objetivos gerais desta Tese foram alcançados. O conjunto de diretrizes de organização do conteúdo pedagógico e de organização das verificações de aprendizagem, bem como as balizas da teoria da Cognição Situada para a utilização do modelo em ambientes virtuais de aprendizagem atendem aos objetivos específicos listados no capítulo um.

8.1.4 Resposta à Questão de Pesquisa

O modelo TEHCo respondeu positivamente a questão de pesquisa, apresentando uma forma de utilizar a taxionomia dos erros humanos proposta por Reason (2002) nos ambientes de aprendizagem de Geometria. A adaptação feita a essa taxionomia para possibilitar o seu uso no modelo, permite identificar os erros baseados em conhecimento, erros de aplicação de regras, lapsos e deslizes, dando a cada uma dessas categorias um adequado tratamento diferenciado. Isto é, despenalizando o deslize e o lapso e diferenciando os tratamentos para a falta de conhecimento ou a deficiência no emprego de regras ou normas. Com isso o modelo TEHCo, adicionalmente, apresenta uma resposta às questões ‘quando intervir?’ e ‘com qual conteúdo?’.

A simulação do comportamento do aluno em situações de aprendizagem de Geometria em ambientes hipermidiáticos, apresentada no ítem 6.8, oferece indicativos de viabilidade do uso da taxionomia GEMS para o tratamento dos erros humanos.

8.2 Palavras Finais

O modelo aqui proposto não se constitui em uma condição suficiente para o desenvolvimento de um aprendizado com qualidade em um campo de conhecimento tão complexo quanto a Geometria, mas representa uma útil contribuição por diferenciar o erro de performance do erro de competência. A continuidade deste trabalho de pesquisa passa pela implementação, teste e validação em situações reais de aprendizagem e constitui o projeto das ações futuras do pesquisador.

8.3 Recomendações para Trabalhos Futuros

Como sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros, este pesquisador selecionou seis temas relevantes:

- Implementar o modelo utilizando software de autoria e testá-lo em ambiente real de aprendizagem.
- Incluir uma ferramenta de manipulação de elementos geométricos (geometria dinâmica) para possibilitar a identificação de erros durante as etapas da solução de um problema, realizadas na tela do computador, e assim possibilitar um feedback mais pontual pela regressão até o estágio de ocorrência do erro.
- Pesquisar a possibilidade de utilização do modelo TEHCo em diferentes domínios de conhecimento.
- Pesquisar a possibilidade da subdivisão das duas grandes categorias de erros do modelo GEMS (erros baseados em conhecimento e erros baseados em regras) em novas sub-categorias que possam ser adaptadas e introduzidas no modelo TEHCo.
- Pesquisar a possibilidade de ampliação dos recursos adaptativos que possam ser incluídos no modelo TEHCo com a finalidade de aprimorar a

inferência do sistema quanto ao nível de habilidade cognitiva do aprendiz e identificar as suas reais deficiências.

- Pesquisar a possibilidade da inclusão do tratamento de erros dado ao conteúdo pedagógico principal dos módulos, também para os conteúdos suplementares.
- Pesquisar a aplicação de Ontologias na Modelagem do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABED, A.L.Z. **A Subjetividade e o Imaginário no Ensino da Matemática e da Linguagem.** In: Psicopedagogia Avanços Teóricos e Práticos: Escola-Família-Aprendizagem. Scoz, B.J.L. et al orgs. São Paulo, Vetor, 2000.

ABED -Associação Brasileira de Educação a Distância. **2º Encontro Estratégico de Universidades Corporativas Brasileiras.** 04/08/04. <http://www.abed.org.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplat e=4abed&inford=792&sid=84> acessado em 05/08/2004.

AMARAL, ADELINO A. P. F. **Abordagem Colaborativa à Gestão do Conhecimento – Soluções Educativas Virtuais.** Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática da Universidade Portucalense– Porto: UP, 2002.

ASTOLFI, Jean-Pierre. **L'erreur, un outil pour enseigner.** 3ªed. Paris: ESF Editeur, 1999.

AUBERT, Jacques. **Psychologie de l'évaluation.** In GAONAC'H, Daniel et GOLDER, Caroline. Profession enseignant – Profession Enseignant manuel de psychologie pour l'enseignement. Paris: Hachette Education, 1995.

BACHELARD, Gaston. **Formação do Espírito Científico – contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BANNON , Liam. **What is Activity Theory?**, in: Ryder, Martin. Activity Theory, University of Colorado at Denver, School of Education. <http://carbon.cudenver.edu/~mryder/itc/activity.html> acessado em 25/11/2003.

BEAUFILS, Alan. **Apropriação de réseaux de navigation hipermédia par del élèves de collège – Resultat d'une experimentation et perspectives.** In Hypermédia et Apprentissages Actes des troisième journée scientifiques. Chatenay-Malabry: É. Bruillard, J. Baldner, G. Baron. 1996.

BEBRARD, Pierre. **Entre production, reproduction et creation – pour une (re)-elaboration du concept de formation.** In Actes du Congress International d'Actualite de la Recherche en Education et Formation.Paris, Université de Paris X Nanterre 1,2 e 3 Juillet 1996. p.191)

BÉLANGER, Danielle-Claude. **Typologie des sources d'erreur en interprétation.**

Paru dans Le Lien, bulletin de l'AQIFLV, automne 97, Volume 11, no 3, pp. 4-7) 1997 <http://www.cvm.qc.ca/dcb/pages/erreur.htm> acessado em 10/04/2004

BLOOM, B. S. et al. **Taxionomia dos objetivos educacionais: domínios cognitivo e afetivo.** Porto Alegre RS: Globo, 1972.

BRILL, J. M. **Situated cognition**. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Available Website: <http://itstudio.coe.uga.edu/ebook/situatedcognition.htm>. 25/11/2001.

BROUSSEAU, G. **Fondaments et méthodes de la didactique des mathématiques**, In Recherches en didactique des mathématiques RDM, Vol.07, n° 2, 33-115. Bordeaux: La Pense Sanrage Edit. 1986.

BROWN, Ann L., & CAMPIONE, Joseph C. **Guided discovery in a community of learners**. In K. McGilly (ed.) Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice (pp. 229-270). Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books. (1994). http://www.russellsage.org/special_interest/literacy/index.shtml acessado em 20/06/2004.

BROWN, John S. COLLINS, Allan. DUGUID, Paul. **Situated Cognition and the Culture of Learning**. Institute for Inquiry ; Educational Researcher; v18 n1, pp. 32-42, Jan-Feb 1989. <http://www.ilt.columbia.edu/ilt/papers/JohnBrown.html> Acessado em 01/12/2003

BRUSILOVSKY, Peter. **Methods and techniques of adaptative hypermedia. In user modeling and user Adapted Interaction**, v. 6, n. 2-3, 1996, p. 87-129. Journal of User Modelling and User-Adaptive Interaction, UMUA16, 1996. Disponível em: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/UMUA1.ps>. Acessado em 22/10/ 2003.

BUGAY, Edson L. e ULBRICHT, Vânia R. **Hipermídia**. Florianópolis: Bookstore, 2000.

CARRAHER, T., CARRAHER, D., SCHLIEMANN, A. **Na vida dez, na escola zero**. São Paulo: Cortez. 1989.

CASAS Luis A. Alfaro. **Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EPS/UFSC. Florianópolis -SC: UFSC, 1999.

CERRATO T., BELISLE C. **Apprendre à distance avec um logiciel collaboratif**. Dans Actes du Congress International d'Actualite de la Recherche en Education et Formation.Paris, Université de Paris X Nanterre 1,2 e 3 Juillet 1996.

CHOPLIN, Hugues LEMARCAND, Sarah et GALISSON, Arnoud. **Le Problème de la Conception Collaborative des Hypermédias Pedagogiques-Hypermédias et Apprentissages 5ème Colloque- Préacts 5-9 april. Grenoble, 2001.**

CLAES, Michel. **La Psychologie de l'adolescence – La durée de la adolescence dans le cours de l'existence**. In GAONACH, Daniel , GOLDER,

Caroline - Profession Enseignant – Manuel de Psychologie pour L'enseignement. Paris: Hachette Éducation, 1995. p. 196 a 221.

CLANCEY, William J. **A Tutorial on Situated Learning**. Proceedings of the international Conference on Computer and Education (Taiwan) Self, J. (Ed.) Charlottesville, VA: AACE. 49-70, 1995.

COSTA, Marcello Thiry C. **Uma Arquitetura Baseada em Agentes para Suporte ao Ensino à Distância**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EPS/UFSC. Florianópolis: 1999.

CRAWFORD, RICHARD. **Na era do capital humano: o talento a inteligência e o conhecimento como forças econômicas, seu impacto nas empresas e nas decisões de investimento**. Trad. Luciana B. Gouveia. São Paulo, Atlas, 1994.

DANNENBERG, Roger B.; SANCHEZ, Marta; JOSEPH, Annabelle; CAPELL, Peter; JOSEPH, Robert; SAUL, Ronald. **A Computer-Based Multi-Media Tutor for Beginning Piano Students**. Interface – Journal of New Music Research, 19(2-3), 1990, pp. 155-173. <http://www-2.cs.cmu.edu/~rbd/papers/ptutor/ptpaper.pdf>. Acessado em 01/03/2004.

DAVIS, Philip; HERSH Reuben. **A experiência matemática**. 2ª ed. Tradução João B. Pitombeira. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves. 1985.

DELESTRE, Nicolas. **METADYNE, un Hipermédia adaptatif Dynamique pour l'Enseignement**. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université Rouen. Rouen-FR: Université de Rouen, 2000.

DEMO, Pedro. **Educação e Qualidade**. 3ª ed. Campinas-SP. Papyrus Editora. 1996.

DEMO, Pedro. **Educação e Conhecimento. Relação necessária, insuficiente e controversa**. Petrópolis-RJ: Ed. Vozes 2000.

DEMO, Pedro. **Avaliação sob o olhar propedêutico**. 3º ed. Campinas-SP: Editora Papyrus, 2001.

DEMO, Pedro. **Avaliação Qualitativa**. 7ª ed. Campinas-SP: Editora Autores Associados, 2002.

DEMO, Pedro. **Conhecimento e atualidade de Paulo Freire** <http://www.clacso.edu.ar/~libros/torres/demo.pdf> acessado em 03-06-2003

DILLENBOURG P. & SCHNEIDER D. **Mediating the mechanisms which make collaborative learning sometimes effective**. International Journal of Educational Telecommunications, 1 (2-3), 131-146, 1995.

DILLENBOURG, P. et al. The Evolution of Research on Collaborative Learning, 1994. <http://tecfa.unige.ch/tecfa/general/tecfapeople/dillenbourg.htm> acessado em 10/01/05

ENGESTRÖM, Yrjö. **What is Activity Theory?** In: Ryder, Martin. Activity Theory, University of Colorado at Denver, School of Education. <http://carbon.cudenver.edu/~mryder/itc/activity.html> acessado em 25/11/2003.

FARAH, Gonzalo Villarreal. **Agentes inteligentes en educación.** EDUTEC. Revista eletrônica de tecnologia educativa nº 16 abril/2003. <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec16/villarreal.htm> acessado em 20/10/03

FIALHO, Francisco. **Ciências da Cognição.** Florianópolis: Insular, 2001.

FOWLER, Martin. **UML Essencial.** 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GAONAC'H, Daniel, GOLDER, Caroline. **Profession Enseignant – Manuel de Psychologie pour L'enseignement.** Paris: Hachette Éducation, 1995.

GARDNER, Howard. **A teoria das inteligências múltiplas**, tradução de Sandra Costa. Publicação: Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GIRAFFA, L. M. M.: **Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais.** Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPGCC – UFRGS, 1999.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada**, tradução de Patrícia Ramos. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

HAHN, Corine. **La relation mathematique/realité dans un enseignement em alternance.** In: Actes du Congress International d'Actualite de la Recherche en Education et Formation.Paris, Université de Paris X Nanterre 1,2 e 3 Juillet 1996. p.185

HIRATSUKA Tei P. **Contribuições da Ergonomia e do Design na Concepção de Interfaces Multimídia.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

HUTCHINS, Edwin. **Distributed Cognition.** San Diego: IESBS University of California, 2000.

HUTCHINS Edwin. **The social organization of distributed cognition.** In L.B. Resnick, J.M. Levine and S.D. Teasley (Orgs). Perspectives on Socially Shared Cognition. Massachusetts: MIT, 1991.

ISSENMANN, Grégoire. **Erreur et cognition humaine** - 20 juin 2001- <http://www.infres.enst.fr/~icc/TCl/tci2001/issenman/TCl.htm> em 20/03/2004.

JAMBON, Francis. **Erreurs et interruptions du point de vue de l'ingenierie de l'interaction home-machine**. These pour obtenir le titre de docteur de l'Université Joseph Fourier – Spécialité Informatique. Grenoble: UJF, 1996. <http://membres.lycos.fr/interaction/Theses/Jambon1996/jambon1996.pdf> em 20/06/04.

KOMOSINSKI, Leandro J. **Um Novo Significado para a Educação Tecnológica fundamentado na Informática como Artefato Mediador da Aprendizagem**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas. EPS/UFSC. Florianópolis -SC: UFSC, 2000.

KOSLOSKEY, Marco A. N. **Um modelo de Comunidade virtual de Aprendizagem**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EPS/UFSC. Florianópolis -SC: UFSC, 2004.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2004.

LARROQUE, Kevin. **l'erreur de calcul en seconde** (*Lycée d'ArtoisNoeux-Les-Mines IUFM d'Arras Année 2000-2001*) www.lille.iufm.fr/tm/mem/mat/m2001-07.pdf acessado em 10/05/2003

LAVE, J. **Situated Learning**. In: Learning with software: pedagogies and practices. <http://www.educationau.edu.au/archives/cp/04k.htm> Acessado em 10/12/2003

LAVE, J. **Cognition in Practice: Mind, mathematics and culture in everyday life**. New York: Cambridge University Press, 1988.

LAVE, J. WENGER, E. **Situated Learning and Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1991.

LAVE, Jean; WENGER, Etienne. **Situated Learning**. Cambridge University Press. 1998.

LEGROS, D.; CRINON, J. **Psychologie des apprentissages et multimédia**. Paris: Armand Colin/ VUEF, 2002.

LEONTIEV, Aléxis. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Moraes, 2003.

LEPLAT J. **Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail**. Paris: Editions Armand Collin, 1985.

LEPLAT, Jacques; TERSSAC, Gilbert. **Les facteurs humains de la fiabilité dans les systemes complexes**. Marseille: Octares Entreprises, 1990.

LÉVY, PIERRE. **As tecnologias da Inteligência**, Trad. Carlos I. Da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1998.

LEWIS, R. **Apprendre conjointement: une analyse, quelques experiences et un cadre de travail**. In: Colloque Hypermédias et Apprentissages, Technologies nouvelles et éducation. Actes du 4ème Colloque Hypermédias et apprentissage. Poitiers: Rouet et La Passadière, 1998. (p.11-28).

LOPES, Laura M. C.; KLIMICK, Carlos; CASANOVA, Marco A. **As novas mídias e ferramentas relato de uma experiência de sistema híbrido no ensino fundamental: Tecnologias: Projeto Aulativa RBAAD- Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta a Distância**. Vol 2, nº4 <http://www.abed.org.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home&UserActiveTemplate=1por> 06/08/04.

LUCKESI, Cipriano. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 14ª ed. São Paulo: Cortez Editora. 2002.

MARTIN, James. **Hiperdocumentos e Como Criá-los**. Tradução de Marcelo Bernstein. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

MATURANA R., H. VARELA, F. **A árvore do conhecimento: As bases biológicas do entendimento humano**. Campinas: Editorial Psy, 1995.

McCoy, Kathleen F., Christopher A. Pennington, and Linda Z. Suri. **English error correction: A syntactic user model based on principled mal-rule scoring**. In Proceedings of User Modeling `96, Kailua-Kona, HI. 1996 <http://www.eecis.udel.edu/research/icycle/pubs/McPeSu96.pdf>. Acessado em 20/08/04.

MONTMULLIN, M. **L'intelligence de la tâche, éléments d'ergonomie cognitive**. Berna: Ed. Peter Lang, 1984.

MORAN, José M. **Interferências dos Meios de Comunicação no Nosso Conhecimento**. Artigo publicado na Revista INTERCOM - Revista Brasileira de Comunicação São Paulo, Vol. XVII n.2, Julho/Dezembro de 1994.

MORAN, José M., Marcos T., Behrens Marilda A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 3ª ed. Campinas SP: Papirus, 2001.

MORAN, José M. **O que é educação à distância?** Artigo publicado em www.tvebrasil.com.br/salto/distancia/default.htm#a e <http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>, acessado em 30/12/2002.

MORAN, José M. **Propostas de mudança nos cursos presenciais com a educação on-line**. 11º Congresso Internacional de Educação a Distância. Salvador, BA. 2004. <http://www.eca.usp.br/prof/moran/propostas.htm> acessado em 05/08/04

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Ed. UnB. 1999.

MORIN, E. **Educação e Complexidade – Os sete saberes e outros ensaios**. Trad. Edgard de Assis Carvalho. S. Paulo: Cortez Editora, 2002.

NICOLET, Jean-Louis. **De l'erreur humaine à la défaillance systémique. Ecole d'été "Gestion Scientifique du risque"**. ALBI – FRANCE, septembre 1999.

<http://216.239.33.100/search?q=cache:RvmAJS08YvgC:www.agora21.org/ari/nicolet1.html++eronomie+OR+psicologie+OR+pedagogie+%22erreur+humaine%22&hl=pt&ie=UTF-8> acessado em 01-04-03

NISKIER, Arnaldo. **Tecnologia educacional: uma visão política**. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 1993.

NORMAN, Donald. **The design of everyday things**. New York: Currency-Doubleday, 1988.

PALAZZO, Luiz A. M. **Modelos Proativos para Hiperfúdia Adaptativa**. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós Graduação em Computação. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2000.

PALAZZO, Luiz A. M. **Hiperfúdia adaptativa**. [GPIA/ESIN/UCPel](http://gpia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha/sha.htm) <http://gpia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha/sha.htm> , acessado em /10/2003.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças**. Porto Alegre-RS. Ed. Artes Médicas. 1994.

PÉRISSÉ, PAULO M. **Errar é mesmo humano?** Boletim da Associação Brasileira de Psicopedagogia ABPp Seção Bahia, Ano 2 N. 4, Julho 2002

PINTO, Neuza B. **O erro como estratégia didática**, Estudo do Erro no Ensino da Matemática. Campinas, Papyrus Editora. 2000.

PINTO, Heloysa D.S. **As fontes do erro**. In: AQUINO, J. G. (org.). Erro e fracasso na Escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo, Summus, 1997.

POPPER, Karl R. **Il método ipotetico dedutivo**. Entrevista concedida a RAI EDUCATIONAL em 25/07/1989. disponível no site: <http://www.emsf.rai.it/interviste/interviste.asp?d=78> acessado em 06/07/2003.

POPPER, Karl R. **Logica della ricerca e societa' aperta**, Antologia a cura di Dario Antiseri editrice la Scuola, 1989-2, 59-62 <http://utenti.fastnet.it/utenti/marinelli/bioetica/u97popper.html> em 06/07/2003

RABELO, Edmar H. **Avaliação novos tempos novas práticas**. 2ª ed. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 1998.

RAMAL, Andréa C. **Educação na Cibercultura-Hipertextualidade, Leitura, Escrita e Aprendizagem**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: EAD PUC-RJ, 2001. <http://www.revistaconecta.com/destaque/edicao04.htm>

RANGEL, Mary; LESSA, Elizane; NEVARES, Fátima; VEIGA, Janaina. **Repensando o Enunciado**. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

RASMUSSEN, Jens. **Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Sign, and Symbols, and other Distinctions in Human Performance Models**. IEEE TRANSACTIONSON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, vol. Smc-13. 1983.

RASMUSSEN, Jens. **Information Processing and Human-Machine-Interaction - An Approach to Cognitive Engineering**. Amsterdam: North Holland, 1986.

REASON, James. **Human Error**. New York: Cambridge University Press. 2002.

RÉZEAU, Joseph. **Le cas de l'apprentissage de l'anglais en Histoire de l'art à l'université**. Université Victor Segalen Bordeaux 2. thèse pour le doctorat de l'université bordeaux 2. Bordeaux: UB, 2001. <http://joseph.rezeau.free.fr/theseNet/index.htm>

RHÉAUME, Jacques. **L'enseignement des hypermédias pédagogiques**. In: Actes hypermédia et apprentissages. Paris: INRP, 1993, p. 139-150.

SALVADOR, Cesar Coll. (et all). **Psicologia do Ensino**. Tradução Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre-RS: Ed. Artes Médicas Sul, 2000.

SANT'ANA, Ilza M. **Avaliar? por que? Avaliar? Como?** 8ª ed. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2002.

SANTORO, Flávia M., BORGES Marcos R. S., SANTOS, Neide. **Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiados por Computador: Uma Perspectiva do Referencial Teórico**. El Taller Internacional de Software Educativo, TISE 98 <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98>, acessado em 15/11/2003.

SANTOS, Neri. **Apostila da disciplina EPS 366922 - T.E.E. Gestão Estratégica do Conhecimento**. UFSC/EPS. Florianópolis: UFSC, 2003.

SANTOS, Neri. **Notas de aula da disciplina EPS 620x / T.A.E Cognição Situada**. UFSC/EPS. Florianópolis: UFSC, 2004.

SANTOS, Patrícia de Castro. **A construção do significado**. Londrina-Pr: Editora UEL, 1997.

SANTOS, Sônia T. **Redação na escola: Gêneros textuais e objetivos comunicativos na 3ª série do ensino médio em escolas públicas de Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado do Programa PPGL da Universidade Federal de Santa Maria. UFSM, 2001.

SÉGUY, Françoise. **Lês produits interactifs et multimédias – méthodologies, conception, écritures**. Grenoble: Presses Universitaires, 1999.

SISTO, Fermino F. BORUCHOVITCH, Evely. FINI, Lucila D.T. et all. **Dificuldades de Aprendizagem no contexto psicopedagógico**. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2001.

SOUZA, Júlio C.M. **Matemática Divertida e Curiosa**, 12ª ed.. São Paulo: Editora Record, 1999. 158p.

SPITZ, René A. **O Sim e o Não – a gênese da comunicação humana**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1996.

SUCHMAN, Lucy. **Plans and Situated Actions**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1987.

TRICOT, André; BASTIEN, Claude. **La conception d'hypermédia 'apprentissage: structurer des connaissances rationnellement ou fonctionnellement?** . In *Hypermédia et Apprentissages Actes dees troisième journée scientifiques 1996*. Chatenay-Malabry: É Bbruillard, J. Baldner e G. Baron. 1996. p. 57-72.

TRICOT, André; BÉTRANCOURT, Mireille; DUFRASNE, Aude; MERLET, Sylvie; ROUET, Jean-François; DE VRIES. **Des hypermédias pour quoi faire? L'apport des modèles de tâches à la conception d'hypermédias pour l'apprentissage**. In *Hypermédia et Apprentissages Actes dees troisième journée scientifiques 1996*. Chatenay-Malabry: É Bbruillard, J. Baldner, G. Baron. 1996. p. 257-272.

ULBRICHT, Vânia R. **Modelagem de um Ambiente Hiperímia de Construção do Conhecimento em Geometria Descritiva**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EPS/UFSC. Florianópolis -SC: UFSC, 1997.

ULBRICHT, Vânia R., Vanzin, Tarcisio; Ferreira, Cláudio L.; Figueiredo Luiz. **Geometrando - Caminhando no Tempo com a Geometria**. In: XIV Congresso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002, Santander. Actas del Congreso: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander : INGEGRAF, 2002.

VALENTE, Vânia C.P.N. **Desenvolvimento de um ambiente computacional interativo e adaptativo para apoiar o aprendizado de Geometria Descritiva**. Tese de doutorado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia. São Paulo: USP, 2003.

VANZIN, Tarcisio. **A hipermídia aplicada ao estudo das Superfícies geométricas** UFSC, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

VIEIRA, Fábila M.S. **Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa**. artigo "Informática na Educação". 2003, disponível em: <http://www.connect.com.br/~ntemg7/artigos.htm> acessado em 10/5/03

VIGOTSKY, Lev; LURIA, Alexander R.; LEONTIEV, Aléxis N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 8ª edição. Tradução Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 2003.

VICCARI, Rosa M. OLIVEIRA, Flavio M. **Sistemas tutores inteligentes**. Porto Alegre: UFRGS, 1992.

WADSWORTH, Barry J. **Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget**. São Paulo: Editora Pioneira, 1992.

WENGER, Etienne. **Communities of Practice : Learning, Meaning, and Identity**. Cambridge: University Press, USA, 1998.