

CARLOS EDUARDO NEGRÃO BIZZOTTO

**O APRENDIZ : AMBIENTE
EXTENSÍVEL PARA O
APRENDIZADO DISTRIBUÍDO**

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

Orientador: Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.

Florianópolis
2003

CARLOS EDUARDO NEGRÃO BIZZOTTO

O APRENDIZ : AMBIENTE EXTENSÍVEL PARA O APRENDIZADO DISTRIBUÍDO

Esta dissertação 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, 16 de Dezembro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Maurício Selig
Universidade Federal de Santa Catarina
ORIENTADOR

Prof. Dr. Alejandro Martins
Universidade Federal de Santa Catarina

Profª. Dra. Araci Hack Catapan
Universidade Federal de Santa Catarina

Profª. Dra. Vânia Ulbricht
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Antonio Fernando S. Guerra
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Dr. Luiz Carlos Duclós
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr. Oscar Dalfovo
Universidade Regional de Blumenau

Se ficarmos no mesmo nível do ano anterior,
estamos ficando para trás. A Mara Regina,
Maria Eduarda e Caio: essenciais para
melhorarmos a cada ano.

Agradecimentos

Todo projeto é resultado da interação entre muitas pessoas. Amigos e amigas que contribuíram com seus conhecimentos e empolgações para sucesso dessa jornada.

O professor Selig foi mais do que um orientador, um verdadeiro companheiro de jornada, indicando o “caminho das pedras”.

Tivemos o prazer de contar com o brilhantismo da Araci e do Fernando, entusiasmados pelo tema de nosso trabalho.

Nas disciplinas que cursamos, fizemos muitos amigos como o Pedro, o Osmar, o Vicente e o Decon, os quais enriqueceram nossa experiência.

Na definição do tema de trabalho tive a oportunidade de trocar idéias com as amigas Neide e Neide (Joinville), que, com suas colocações extremamente relevantes, nos auxiliaram a caminhar na direção correta.

É importante ressaltar o constante apoio da Universidade Regional de Blumenau à minha qualificação. Adicionalmente, os colegas e amigos professores do Departamento de Sistemas e Computação (especialmente o Roberto, o Maurício, o Sérgio, o Tavares, o Oscar, o Azambuja e o Bianchi) sempre acreditaram no sucesso do trabalho, incentivando e apoiando sua continuidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE QUADROS E TABELAS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 – DO PROCESSO METODOLÓGICO.....	5
1.1 JUSTIFICATIVA.....	6
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
1.3 HIPÓTESES.....	11
1.3.1 HIPÓTESE BÁSICA.....	11
1.3.2 HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	11
1.4 OBJETIVOS.....	12
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
1. CIÊNCIAS COGNITIVAS.....	14
1.1 CIÊNCIAS COGNITIVAS – UM BREVE HISTÓRICO.....	14
1.2 ABORDAGENS DA CIÊNCIA COGNITIVA.....	23
1.2.1 COGNITIVISMO	26
1.2.2 CONEXIONISMO.....	28
1.2.3 ABORDAGEM ATUANTE.....	33
1.3 RESUMO DAS ABORDAGENS DA CIÊNCIA COGNITIVA.....	39
2. TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A CIÊNCIA COGNITIVA	42
2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	42
2.1.1 APRIORISMO.....	42
2.1.2 EMPIRISMO	44
2.1.3 CONSTRUTIVISMO	47
2.1.4 METODOLOGIA ATUANTE	51
2.2 RESUMO DAS ABORDAGENS ANALISADAS	57
CAPÍTULO III - CONSTRUINDO UMA PROPOSTA	59
1. APRENDIZADO DISTRIBUÍDO.....	60
1.1 INTERAÇÃO	62
1.2 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	64
1.3 COOPERAÇÃO	65
1.4 EXTENSIBILIDADE	69
CAPÍTULO IV – AMBIENTE APRENDIZ	75
1. AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO: MACROMEDIA DIRECTOR 8.0	75
1.1 MACROMEDIA DIRECTOR 8.0: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.....	76

2. DESENVOLVIMENTO DO <i>AMBIENTE APRENDIZ</i>	79
2.1 DIAGRAMA DE CASOS E USOS	81
2.2 DIAGRAMA DE CLASSES.....	87
2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO <i>AMBIENTE APRENDIZ</i>	90
2.3.1 MÓDULO DE AUTORIA	91
2.3.2 MÓDULO COOPERAÇÃO	97
2.3.3 MÓDULO DE EXTENSÕES	100
2.3.4 MÓDULO APLICATIVOS EXTERNOS.....	101
2.3.5 MÓDULO INTERNET	102
2.3.6 MÓDULO E-MAIL	103
2.3.7 EXTENSIBILIDADE	105
2.4 ANÁLISE DO <i>AMBIENTE APRENDIZ</i>	108
CONCLUSÕES E SUGESTÕES	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Hexágono Cognitivo.....	22
Figura 2 – Abordagens da Ciência Cognitiva.....	24
Figura 3 – Dimensões do Diálogo	54
Figura 4 – Conseqüências do Prejuízo das Dimensões do Diálogo.....	54
Figura 5 – Quadrilátero da Aprendizagem Mediada pela Tecnologia	60
Figura 6 – Co-evolução entre os elementos do “Quadrilátero da Aprendizagem Mediada pelo Tecnologia”.....	61
Figura 7 – Relação entre experiência do aluno e o uso da comunicação direta e indireta....	68
Figura 8 – Ambiente de Aprendizagem Extensível - Participante Define Mudanças.....	71
Figura 9 – Mudanças possíveis em um Ambiente Extensível	72
Figura 10 – Tipos de Ambientes e Grau de Extensibilidade	72
Figura 11 – Princípios Básicos do Ambiente Aprendiz	74
Figura 12 – Alteração do Ambiente Aprendiz Através do Envio De Mensagens e Instruções	79
Figura 13 – Diagrama de Casos de Uso do Ambiente Aprendiz.....	81
Figura 14 – Diagrama de Casos de Uso “Realiza Autoria.....	82
Figura 15 – Diagrama de Casos de Uso Utiliza Aplicativos Externos.....	83
Figura 16 – Diagrama de Casos de Uso “Utiliza Extensões”	84
Figura 17 – Diagrama de Casos de Uso “Realiza Cooperação”	85
Figura 18 – Diagrama de Casos de Uso “Utiliza Recursos da Internet”	86
Figura 19 – Diagrama de Classes do <i>Ambiente Aprendiz</i>	88
Figura 20 – Diagrama de Classes - Apresentação.....	89
Figura 21 – Tela Inicial do <i>Ambiente Aprendiz</i>	91
Figura 22 – Definição do Nome da Apresentação	91
Figura 23 – Definição do Nome da Tela	93
Figura 24 – Módulo de Autoria.....	94
Figura 25 – Itens do Menu Apresentação	97
Figura 26 – Módulo Cooperação – Conexão com o Servidor	98
Figura 27 – Sala de Chat.....	98
Figura 28 – Sala de Desenho Coletivo	99
Figura 29 - Sala de Desenho e Pintura Coletiva	99
Figura 30 – Módulo de Extensão – Abrindo Filmes do Director.....	100
Figura 31 – Opções do Módulo Aplicativos Externos	101
Figura 32 – Módulo Internet.....	103
Figura 33 – Configuração do Servidor para Envio de E-mails	104
Figura 34 – Tela para Envio de Mensagem	104
Figura 35 – Iniciando a Instalação de um Novo Objeto	107
Figura 36 – Escolhendo o Objeto a ser Instalado.....	107
Figura 37 – Informando as Características do Objeto a ser Instalado.....	107
Figura 38 – Novo Objeto Instalado no Módulo Autoria	108
Figura 39 – Tipos de Aprendizente e Suas Produções.....	110
Figura 40 – Produções de Cada Tipo de Aprendiz.....	110

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Percentual de Escolas Públicas Americanas Conectadas à Internet.....	7
Quadro 1 – Comparação entre as Abordagens para a Ciência Cognitiva.....	40
Quadro 2 – Comparação entre os Princípios Básicos das Teorias de Aprendizagem.....	58
Quadro 3 – Correlação entre os Termos do Director e os da Orientação a Objetos	78
Quadro 4 – Descrição dos Casos de Uso do <i>Ambiente Aprendiz</i>	82
Quadro 5 – Descrição dos Casos de Uso “Realiza Autoria”	83
Quadro 6 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Aplicativos Externos”	84
Quadro 7 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Extensões”	85
Quadro 8 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Extensões”	86
Quadro 9 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Recursos da Internet”	87
Quadro 10 – Parte do Script para a Criação do Objeto “Apresentação”	92
Quadro 11 – Criação do Objeto Bitmap	95
Quadro 12 – Criação do Objeto Imagem.....	96
Quadro 13 – Criação do Objeto Sprite	96
Quadro 14 – Código Utilizado para Criar o Objeto “Relógio Digital”	106

Resumo

O presente trabalho propõe os princípios mínimos a serem considerados na concepção e no desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem Baseados em Computador (AABC). Os princípios propostos estão fundamentados na Abordagem Atual da Ciência Cognitiva, proposta por Francisco Varela, Evan Thompson e Eleanor Rosch (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997) e na Metodologia Problematizadora, de Paulo Freire. Esses princípios são: interação, construção, cooperação e extensibilidade. O princípio da interação refere-se à capacidade de um ambiente de aprendizagem em permitir uma comunicação multidirecional entre os aprendentes (professores e alunos). De acordo com o princípio da construção, o ambiente permite que o aprendente seja autor de seu próprio conhecimento, e não apenas receptor passivo. Esta construção pode ser realizada tanto individualmente quanto em cooperação com os demais aprendentes. O princípio da extensibilidade implica que o ambiente deve co-evoluir com os aprendentes, ou seja, a cada conjunto de interações, tanto o ambiente quanto os aprendentes evoluem para um nível diferente do anterior. Com relação ao princípio da extensibilidade, um ambiente de aprendizagem deve permitir a inclusão de funções, de forma a atender às mudanças nas necessidades dos aprendentes. Torna-se importante salientar que para atender o princípio da extensibilidade, um ambiente de aprendizagem deve possibilitar a inclusão de funções, mesmo que essas não tenham sido previstas na versão original do projeto. A utilização desses quatro princípios no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem permite que todo o potencial de interação e de construção das Tecnologias da Informação e da Comunicação seja utilizado para melhorar a qualidade do processo de aprendizagem. Para demonstrar a adequação dos princípios propostos, esses foram utilizados como base para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem: o *Ambiente Aprendiz*.

Abstract

The present work proposes the minimum principles that must be considered in the conception and development of Computer Based Learning Environment. The proposed principles are in agreement with Enactive Approach of the Cognitive Science, proposed by Francisco Varela, Evan Thompson and Eleanor Rosch (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997), and in Autonomy Approach, of Paulo Freire. Those principles are: interaction, construction, cooperation and extendibility. The interaction principle refers to a learning environment's capacity in allowing a multidirecional communication among the learners (teachers and students). In agreement with the construction principle, the ambient must allow the learner to be the author of its own knowledge, and not just passive receiver. This construction can be accomplished so much individually as in cooperation with the other learners. The extendibility principle means that a learning environment co-evolves with the learners, that is to say, to each group of interactions, so much the learning environment as the learners evolves for a different level from the previous one. With regard to the extendibility principle, a learning environment must allow the inclusion of functions, in way to adapt itself to the changes in the needs of the learners. It becomes important to point out that functions can be included, even if those have not been foreseen in the original version of the environment. The use of those four principles in the development of a learning environment allows that the whole interaction potential and of construction of the Technologies of the Information and of the Communication be used to improve the quality of the learning process. To demonstrate that the proposed principles are adequate, those were used as base for the development of a learning environment: the *Apprentice Environment*.

INTRODUÇÃO

Inicialmente, apresentamos uma rápida descrição do trabalho como um todo, apresentando os aspectos principais da definição do tema, da fundamentação teórica, do desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz* e dos resultados alcançados.

Graduado em Engenharia Química e com mestrado em Engenharia da Produção, começamos a atuar no desenvolvimento de softwares multimídias no ano de 1995. Nessa época, a utilização de softwares nas salas de aula era um tema que ocupava crescente espaço entre os educadores.

A demanda por softwares educacionais era muito grande e diversificada, de forma que existiam muitas necessidades dos educadores que não eram atendidas pelos softwares disponíveis no mercado. Nesse sentido, muitos alunos do curso de Bacharel em Ciências da Computação, da Universidade Regional de Blumenau – FURB, nos procuravam, em função da experiência em desenvolvimento de softwares multimídia, para orientá-los na elaboração de seus Trabalhos de Conclusão de Curso. O interesse desses alunos era o desenvolvimento de softwares educacionais para o atendimento de necessidades específicas dos educadores.

Em todos esses trabalhos, a tecnologia era utilizada como um fim em si mesma, ou seja, os softwares desenvolvidos poderiam ser classificados como “livros eletrônicos”: conteúdos fixos para disciplinas específicas.

Ao ingressar no doutorado, tivemos a oportunidade de participar da disciplina “Hipermídia no Ensino”, a qual permitiu um aprofundamento teórico sobre o desenvolvimento de softwares educacionais. A partir dos estudos realizados nessa disciplina, percebemos que boa parte dos softwares existentes eram produtos “prontos e acabados”, limitando a participação ativa do aprendente.

Em função disso, decidimos focar nossa pesquisa de doutoramento no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem que não possuísse as deficiências identificadas nos softwares disponíveis no Brasil. No entanto, era essencial identificar os princípios que dariam sustentação à concepção e ao desenvolvimento do ambiente de aprendizagem desejado.

Foi com esse objetivo que, nos dois primeiros trimestres de 1998, participamos, com um grupo de mestrandos e doutorandos, das disciplinas “Conhecimento, Informação e Educação” “Educação, Informática e Metodologias”. Conforme ressalta Guerra (2001, p. 21), “esse grupo estava interessado em discutir a questão da educação e das novas tecnologias. O objetivo geral era compreender melhor os fundamentos relacionados às temáticas das disciplinas e suas implicações no ensino mediado pelas TIC”.

Ao longo dessas disciplinas, estudamos, em maior profundidade, a teoria da Autopoiése, proposta por Maturana e Varela (1992). Com isso, percebemos que os princípios que fundamentam essa teoria poderiam ser utilizados para embasar o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem que fossem capazes de “co-evoluir” com os aprendentes.

Com isso, decidimos que o tema da tese de doutorado seria a identificação dos princípios básicos que devem ser utilizados para fundamentar o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem. Para demonstrar a adequação dos princípios identificados, definimos que o trabalho incluiria o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem fundamentado nos princípios estabelecidos.

Para identificar os princípios básicos a serem considerados no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, fizemos, inicialmente, uma revisão bibliográfica sobre as diferentes abordagens dos pesquisadores das ciências cognitivas, ou seja, as diferentes propostas de como ocorre a aquisição do conhecimento, a cognição. A partir dessa revisão, ampliamos os estudos sobre os trabalhos de Humberto Maturana e Francisco Varela, através dos quais tivemos acesso ao livro “*Embodied Mind*”, de Francisco Varela, Evan Thompson e Eleanor Rosch (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997). Nesse livro, os autores procuram responder, basicamente, a três perguntas:

1. O que é cognição?
2. Como funciona?

3. Como se sabe quando um sistema cognitivo está funcionando adequadamente?

A proposta desses autores é que a cognição é uma história de acoplamento estrutural que constrói um mundo. Essa proposta, chamada de Abordagem Atuante, rompe com o “determinismo” da adaptação do ser vivo a um mundo pré-dado, proposto pelo cognitivismo e pelo conexionismo.

Foi a partir do estudo da Abordagem Atuante que surgiu a primeira versão da hipótese básica de nosso trabalho: a utilização da Abordagem Atuante fornece os princípios necessários para a criação de um ambiente de aprendizagem aberto para a imprevisibilidade, permitindo o desenvolvimento da autonomia do aluno e um aperfeiçoamento de sua capacidade de questionamento reconstrutivo.

No entanto, faltava um “suporte pedagógico”, ou seja, uma teoria para dar conta do processo de ensino-aprendizagem e que fosse compatível (estivesse fundamentada nos mesmos princípios) com a Abordagem Atuante.

Após uma análise das diferentes teorias da aprendizagem existentes, decidiu-se pela utilização da Metodologia Problematizadora, proposta por Paulo Freire. Um dos aspectos que justificou essa escolha foi o fato de Paulo Freire enfatizar a “criação de um mundo” a partir da cooperação entre sujeitos “inacabados”, que se constroem nesse processo.

A partir da definição e estudo das teorias que dariam suporte ao desenvolvimento da pesquisa, identificamos os princípios que devem ser utilizados para fundamentar o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem: interação, construção, cooperação e extensibilidade.

Em seguida, iniciamos o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem (*Ambiente Aprendiz*) que fosse fundamentado nos princípios definidos. Em sua versão atual, o *Ambiente Aprendiz* permite que o aprendente construa seu conhecimento através da cooperação com os demais aprendentes. Essa cooperação pode ser tanto *on-line* quanto *off-line*. O *Ambiente Aprendiz* permite

ainda a inclusão de novas “funções”, mesmo que elas não tenham sido previstas durante o desenvolvimento.

CAPÍTULO 1 – DO PROCESSO METODOLÓGICO

O final do século XX e o início deste novo século têm se caracterizado pelo surgimento e expansão do que se convencionou chamar de "Globalização da Economia". Este fenômeno tem provocado mudanças radicais em toda a sociedade, principalmente no que diz respeito à questão do trabalho.

Uma das principais características do trabalho, atual e futuro, é a necessidade do aprendizado permanente, ou seja, "trabalho" e "aprendizado" tornam-se a mesma atividade. Esta necessidade tem provocado um grande aumento na procura por Educação Continuada, por parte dos trabalhadores. No entanto, esta procura excede, em muito, a capacidade de oferta das Instituições Educacionais, criando uma demanda reprimida que não pode ser atendida pelos métodos tradicionais (RADFORD, 2000).

Além deste déficit em termos de quantidade de vagas, existe o problema da qualidade da educação. Demo (1996, p.60) ressalta que:

o tempo letivo é gasto, essencialmente, em aula e prova. [...] Por ser um tirocínio marcado pelo mero treinamento, ou pela simples instrução, ou pela rele transmissão copiada de conhecimento também copiado, não se ultrapassa o ambiente de domesticação, por mais elegante que possa ser

Ainda de acordo com Demo (1996, p. 7), "onde não aparece o questionamento¹ reconstrutivo², não emerge a propriedade educativa escolar". Portanto, o processo educacional atual não consegue atender as necessidades da sociedade moderna nem na quantidade nem na qualidade desejadas. Isto gera um quadro bastante perverso, onde existem poucas vagas e aqueles que as tem, recebem uma educação de baixa qualidade.

Para tentar reverter este quadro, diversas iniciativas tem sido feitas no sentido de democratizar o acesso e melhorar a qualidade da educação. Dentre estas iniciativas, pode-se destacar a utilização da educação a distância e das novas

¹ "Por '*questionamento*', compreende-se a referência à formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando a consciência crítica, formular e executar projeto próprio de vida no contexto histórico (DEMO, 1996, p. 10).

² Por '*reconstrução*', compreende-se a instrumentação mais competente da cidadania, que é o conhecimento inovador e sempre renovado." (DEMO, 1996, p. 11).

tecnologias, as quais permitem atender, de forma personalizada, uma quantidade maior de pessoas a um custo menor.

No entanto, apesar do grande potencial disponível pelo uso conjunto de metodologias de ensino a distância e de novas tecnologias, o que se tem observado é que a abordagem pedagógica utilizada continua a mesma que a utilizada no ensino convencional, qual seja: a distribuição de conteúdos padronizados do professor (ou instituição) para o aluno. Assim, educação é entendida como instrução, onde conteúdos e informações têm que ser adquiridos e os modelos imitados. Isto cria um quadro onde o professor “ensina” porque sabe e o aluno “aprende” porque repete.

Desta forma, o grande potencial de interação, construção de conhecimento e cooperação, permitido pelas novas tecnologias é quase sempre subutilizado. Dentro deste contexto, o presente trabalho apresenta uma proposta de princípios que devem ser utilizados para fundamentar o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem³.

1.1 Justificativa

O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC's) na educação tem crescido nas últimas décadas, principalmente, a partir do advento da microinformática e, mais recentemente, com a expansão da Internet. De forma geral, essas tecnologias têm sido vistas, conforme ressalta o Relatório do Desenvolvimento Mundial 98 / 99, elaborado pelo Banco Mundial, como “facilitadoras da aquisição e absorção do conhecimento” (PNUD, 2001, p.8). O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em seu Relatório de Desenvolvimento Humano 2001 “*Making New Technology Work for Human Development*”, enfatiza o grande potencial das TIC's para o desenvolvimento econômico e social sustentáveis (PNUD, 2001, p.8).

³ Nesse trabalho, ambiente de aprendizagem é entendido como sendo um software que possa ser utilizado para um objetivo educacional ou pedagogicamente defensável.

Essa ênfase teve início com a criação, em 1998, da *G8 Digital Opportunities TaskForce (Dotforce)*. Em 2001, esse grupo decidiu realizar ações bilaterais para promover o uso, a aplicação e o desenvolvimento das TIC's, como experiência piloto, nos seguintes países: Laos, Peru, Vietnã, Tanzânia e Uganda.

Além da iniciativa da ONU, os diferentes países, individualmente, vêm implementando ações no sentido do desenvolvimento e utilização das TIC's. Segundo relatório do Departamento de Educação dos Estados Unidos (UNITED STATES, 2001), a partir de 1994 tem havido um crescimento anual de 15% no número de escolas públicas com acesso à Internet, conforme mostra a Tabela 1. Este crescimento ocorre em todas as regiões do país, demonstrando um grande interesse do governo americano em conectar todas as escolas públicas à Internet.

Tabela 1 - Percentual de Escolas Públicas Americanas Conectadas à Internet

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Escolas Públicas Conectadas à Internet	35	50	65	78	89	95	98
Nível Elementar (%)	30	46	61	75	88	94	97
Nível Secundário (%)	49	65	77	89	94	98	100

Fonte: United States (2001)

No Brasil, o governo federal criou, através da Portaria nº 522, de 9 de abril de 1997, o Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO, que possui como objetivos principais “contribuir para a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem da escola pública por intermédio do uso pedagógico da telemática e educar para a cidadania em uma sociedade tecnologicamente desenvolvida” (BRASIL, 2002, p.31).

Até dezembro de 2001, foram atendidas 2.863 escolas de 1202 municípios, envolvendo a instalação de 37.204 computadores. Até 31 de dezembro de 2002, a Secretaria de Educação à Distância, através da qual o PROINFO é desenvolvido, pretende instalar 67.796 computadores, atingindo um total de 105.000. Com isso, serão beneficiados cerca de 7,5 milhões de alunos. Até o final de 2001 haviam sido

capacitados 1.940 multiplicadores e 110.484 professores, superando amplamente as metas estabelecidas inicialmente de, respectivamente, 1.000 multiplicadores e 25.000 professores. Em sua primeira etapa - biênio 97/98, estava prevista a aquisição de 100.000 microcomputadores a serem instalados em 6.000 escolas da rede pública, o que equivale a 13,4% do universo de 44.800 escolas (BRASIL, 2002).

Com base nos dados apresentados, observa-se uma grande preocupação dos países em garantir o acesso de alunos e professores das escolas públicas à informática. Estes investimentos são uma tentativa de fornecer as ferramentas que alunos e professores necessitarão para sobreviver em um mundo que está sofrendo rápidas transformações. Neste sentido, Moraes (1998, pg. 4) argumenta que:

Além da economia, do trabalho, das formas de funcionamento da sociedade, também as atividades cognitivas estão sendo modificadas neste final de século, fazendo com que a técnica e a tecnologia ocupem, hoje, uma posição central, em função da redistribuição do saber que anteriormente estava mais ou menos estabilizado.

Além disso, grande parte dos empregos que existirão daqui a 10 anos, ainda não existe atualmente. Torna-se importante salientar que estes novos empregos exigirão uma postura pró-ativa dos profissionais, onde a criatividade destaca-se como uma característica essencial. Assim, o processo de aprendizagem deverá estar centrado nos aprendizes, surgindo a partir das necessidades destes, de forma a desenvolver a autonomia.

Dentro desta realidade, é muito importante a criação de ambientes de aprendizagem, que permitam a participação ativa do aprendiz, evitando a simples reprodução de conteúdos. Neste sentido, as novas tecnologias, notadamente aquelas ligadas à informática, podem contribuir para a criação de ambientes que permitam o aprendizado cooperativo, a partir da participação ativa de todos os “aprendentes⁴”.

⁴ No presente trabalho, as pessoas envolvidas no processo de aprendizagem (professores, professoras, alunos, alunas, pesquisadores e pesquisadoras) serão denominadas de “aprendentes” (todo aquele que realiza experiências de aprendizagem), conforme proposto por Assmann (1996).

O presente trabalho se justifica justamente por propor os princípios básicos a serem utilizados no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem que seja um mediador da interação entre os aprendentes, permitindo uma participação ativa ao longo do processo de aprendizagem.

1.2 Delimitação do Problema

A disponibilização de softwares educacionais e acesso à internet nas escolas têm sido colocados como o único caminho para, de acordo com Benett (1996, p.2), "reformular a educação", ou seja, a tecnologia é apresentada como uma panacéia que irá resolver todos os problemas atuais da educação. Assim, o uso de softwares e redes de comunicação teria como consequência a democratização no acesso e a melhoria na qualidade da educação, além de reduzir o custo por aluno.

O que se observa, no entanto, é que estas novas tecnologias estão sendo utilizadas para realizar as mesmas atividades que ocorrem na sala de aula tradicional. Geralmente, o que ocorre é que os professores incorporaram o novo no velho de forma que o potencial do novo não é atingido.

Assim, grande parte das iniciativas de Educação a Distância utiliza os softwares e a redes de comunicação para "automatizar a sala de aula tradicional". Com isso, o mesmo conteúdo padronizado que hoje é transmitido pelo professor na sala de aula, passa a ser distribuído através da Internet ou do CD-ROM.

Neste sentido, Rao (1999, pg.1) ressalta que:

Na comunidade universitária da Inglaterra o acesso à internet é utilizado como um meio para distribuição do material instrucional tradicional (notas de aula, estudos de caso) a um custo mais baixo. O acesso a estes documentos é relacionado como uma das principais vantagens da Internet. Pouco esforço é feito no sentido de construir uma estrutura de apoio para garantir que a Internet seja usada de forma produtiva através, por exemplo, de discussões sobre o material disponível.

Dentro deste enfoque, o aluno continua a ter o papel passivo de receptor de informações e seu desempenho é proporcional à quantidade de informações que conseguir memorizar. O papel do professor como distribuidor de conteúdo passa a

ser executado pela tecnologia, ou seja, através de software e redes de comunicação. O processo de “aprendizado” se resume, desta forma, à absorção, pelo aluno, do conteúdo contido no software.

Com isso, todo o processo de “aprendizagem” é centralizado, ou seja, centrado no professor. Em função desta característica centralizadora, o conteúdo repassado, através de softwares ou redes de comunicação, é entendido como um “produto completo e acabado”, ou seja, o “produto” deve ser consumido pelo aluno. Desta forma, o aluno possui pouca ou nenhuma possibilidade de adaptação do material às suas necessidades.

Em função desta centralização e “inflexibilidade” (“produto completo e acabado”), observa-se que os ambientes de aprendizagem criados (softwares educacionais, páginas na internet etc.) possuem, em sua grande maioria, as seguintes características em comum:

- Reforçam o papel passivo do aluno como receptor de conteúdo;
- Não incentivam o trabalho cooperativo;
- Não evoluem em função da mudança das necessidades do aluno, do professor ou do grupo;
- Não permitem que o aluno seja autor de seu próprio trabalho

Todas estas características são resultado da limitação destes ambientes em se modificar de forma a dar conta das mudanças ocorridas nas necessidades dos aprendentes.

Em geral, as modificações possíveis de serem feitas nestes softwares são previstas durante o seu desenvolvimento. Assim, todos os tipos de modificações possíveis aos aprendentes são definidos antes da efetiva utilização do ambiente de aprendizagem.

No entanto, conforme ressalta Kastrup (1997, pg. 4), “o produto da aprendizagem não é uma repetição mecânica do mesmo, mas uma atividade criadora, que elimina o suposto determinismo do objeto ou do ambiente.” Assim, a aprendizagem é uma atividade que exige destreza no trato com o devir.

O processo de aprendizagem, então, deve ser sempre aberto para a imprevisibilidade. Assim, ao se utilizar um ambiente de aprendizagem como ferramenta auxiliar no processo de aprendizagem, o próprio ambiente deve estar aberto para a imprevisibilidade, de forma a dar suporte ao aprendente no “trato com o devir”.

Para isso, é importante fundamentar o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem em uma teoria cujos princípios permitam o “trato com o devir”. Uma vez identificado estes princípios, torna-se possível delinear as características (funções) de ambientes de aprendizagem.

Assim, a pergunta de partida, que irá direcionar o desenvolvimento do presente trabalho pode ser colocada da seguinte forma:

Quais são os princípios e as características (funções) de um Ambiente de Aprendizagem que permitem a participação ativa do aprendente em seu processo de aprendizagem?

1.3 Hipóteses

1.3.1 Hipótese básica

A utilização conjunta da Teoria Atuante, proposta por VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), e da Metodologia Problematizadora de Paulo Freire fornece os princípios necessários para a criação de um ambiente de aprendizagem aberto para a imprevisibilidade, permitindo o desenvolvimento da autonomia do aluno e um aperfeiçoamento de sua capacidade de questionamento reconstrutivo.

1.3.2 Hipóteses secundárias

- A utilização dos princípios que fundamentam a Teoria Atuante e a Metodologia Problematizadora permite que o ambiente de aprendizagem desenvolvido se adapte às mudanças nas necessidades dos aprendentes.

- Um ambiente de aprendizagem desenvolvido com base na Teoria Atuarante e na Metodologia Problematizadora permite a cooperação entre os participantes.
- Os aprendentes poderão construir seus próprios conhecimentos através de um ambiente de aprendizagem desenvolvido com base na Teoria Atuarante e na Metodologia Problematizadora.
- A utilização dos princípios que fundamentam a Teoria Atuarante e a Metodologia Problematizadora permite a descentralização do processo de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia dos aprendentes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Propor os princípios básicos a serem considerados no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, fundamentando-se na Teoria Atuarante proposta por VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997) e na Metodologia Problematizadora proposta por Paulo Freire. Adicionalmente, os princípios propostos foram utilizados para fundamentar o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem: o *Ambiente Aprendiz*

1.4.2 Objetivos específicos

Os princípios propostos devem permitir o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem que:

- Permitam a construção do conhecimento ao invés da simples reprodução.
- Enfatizem o trabalho cooperativo (em equipe) ao invés do estudo individual (auto-didático).
- Permitam a interdisciplinaridade, evitando abordar as disciplinas individualmente.

- Não estejam relacionados a conteúdos específicos, como matemática, português etc.
- Evoluam para atender às mudanças das necessidades dos aprendentes.

1.5 Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo é feita uma apresentação geral da pesquisa desenvolvida, especificando-se os objetivos propostos, a pergunta de pesquisa e as hipóteses do trabalho.

No capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica da tese, onde são apresentados o histórico e evolução da Ciência Cognitiva, mostrando as diferentes disciplinas que compõem este campo e as diferentes abordagens existentes. O objetivo básico deste capítulo é estabelecer o referencial teórico que servirá de base para definir os princípios a serem propostos e que irão fundamentar a elaboração do *Ambiente Aprendiz*. Nesse capítulo discute-se, também, as diferentes teorias de aprendizagem existentes e sua adequação ao referencial teórico escolhido.

O capítulo 3 propõe os princípios que serão utilizados como base para o desenvolvimento do Ambiente Aprendiz.

No capítulo 4 apresenta-se a estrutura do *Ambiente Aprendiz*, além da metodologia e do ambiente de desenvolvimento utilizados. Adicionalmente, é feita uma análise do Ambiente Aprendiz e suas extensões.

O capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. CIÊNCIAS COGNITIVAS

Nos últimos anos, temos assistido, principalmente no caso dos países do terceiro mundo, a uma crise que tem reflexos sobre todos os aspectos de nossa vida cotidiana. No caso da saúde, por exemplo, apesar do uso de aparelhos sofisticados, boa parte da população vem sofrendo com doenças como gripe, cólera, tuberculose etc. Na economia, as altas taxas de desemprego vêm provocando um clima de convulsão social, para a qual parece não haver solução. Na educação, a utilização das tecnologias de comunicação e informação não tem sido suficientes para preparar as pessoas para a nova realidade.

Esta situação é resultado do sistema de valores adotados por nossa sociedade, os quais são influenciados pelo paradigma científico dominante. As bases do atual paradigma científico foram lançadas, no século XVII, por René Descartes e Isaac Newton (CAPRA, 1995). O paradigma Cartesiano, muitas vezes chamado de Newtoniano ou reducionista, vem sendo amplamente utilizado pelos modelos de educação empregado na maioria das escolas atuais (quer seja no ensino presencial ou no ensino a distância).

Assim, no caso específico da educação, não basta apenas o desenvolvimento de novas ferramentas utilizando-se as tecnologias disponíveis, pois desta forma estaremos utilizando estas novas tecnologias de acordo com um paradigma ultrapassado. Torna-se essencial, em primeiro lugar, definir claramente os princípios que irão nortear o desenvolvimento de um dado ambiente de aprendizagem.

1.1 Ciências Cognitivas – Um Breve Histórico

Durante séculos, os pesquisadores vêm tentando responder a questões relacionadas à natureza e ao processo de conhecimento. Desde Platão e Descartes,

diversos estudiosos de diferentes áreas têm tratado destes temas, procurando melhor entender a mente humana.

Estes estudos, foram realizados, muitas vezes, de forma isolada, ou seja, dentro de cada disciplina em separado, sem que houvesse um trabalho interdisciplinar sistemático.

Nas últimas décadas, no entanto, pesquisadores de diferentes disciplinas tem se reunido para estudar temas de interesse comum, relacionados à mente humana. A área de atuação destes pesquisadores é geralmente denominada de Ciência Cognitiva, uma vez que todas estas disciplinas estão preocupadas em estudar a cognição, ou seja, como ocorre a aquisição de um conhecimento.

A Ciência Cognitiva tem um passado muito extenso, uma vez que os gregos já tentavam explicar a natureza do conhecimento, mas uma história relativamente curta, pois este campo somente foi considerado um campo de pesquisa reconhecido nas últimas décadas. Embora todos os componentes que deram origem à Ciência Cognitiva estivessem presentes no início do século XIX, foi apenas a partir da década de 1950 que ela surgiu como uma disciplina (GARDNER, 1996).

Apesar da grande popularidade que a Ciência Cognitiva possui atualmente, alguns pesquisadores argumentam que ela ainda não pode ser considerada uma ciência madura. Esta argumentação se sustenta no fato de que não existe um grande número de pesquisadores atuando na área (embora este quadro venha mudando rapidamente nos últimos anos), nem existe uma abordagem única acordada por todos os pesquisadores da área. Conforme ressaltado por Gardner (1996), os cientistas desta área ainda não se engajaram em interações proveitosas com indivíduos de outras disciplinas.

De acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, pg. 4),

A Ciência Cognitiva se assemelha mais com um grupo desconexo de disciplinas, do que com uma disciplina em si mesma, ou seja, uma única disciplina. Cada disciplina que compõem a Ciência Cognitiva, dá uma resposta diferente para a questão sobre o que é mente e cognição, uma resposta que reflete as preocupações particulares da disciplina em questão.

Segundo Gardner (1996, pg. 19),

Desde que o termo 'Ciência Cognitiva' começou a ser utilizado no início da década de 70, dezenas de cientistas tentaram definir a natureza e o domínio do campo [...] defino Ciência Cognitiva como um esforço contemporâneo, com fundamentação empírica, para responder questões epistemológicas de longa data – principalmente aquelas relativas à natureza do conhecimento, seus componentes, suas origens, seu desenvolvimento e sua utilização.

Assim, a partir de um ponto de vista mais amplo, o termo Ciência Cognitiva pode ser definido como sendo o campo interdisciplinar que trata do estudo da mente e da cognição.

Embora não haja acordo com relação à abordagem a ser adotada pelos cientistas cognitivos, parece haver concordância com relação à origem da Ciência Cognitiva. Gardner (1996, p.63-303) faz uma boa análise histórica da evolução e da contribuição das diferentes disciplinas e pesquisadores à Ciência Cognitiva. Em função disso, esta análise será utilizada como base para a apresentação da história recente da Ciência Cognitiva, a qual será feita nos próximos parágrafos.

Em primeiro lugar, entretanto, é interessante apresentar a realidade existente no início do século XX e que foi o cenário para os primeiros trabalhos que iriam servir de base para o surgimento da Ciência Cognitiva.

No início do século passado, alguns estudiosos desenvolviam pesquisas relacionadas à mente, tais como: o pensamento, a solução de problemas, a consciência, a linguagem e a cultura. Estes estudos, no entanto, utilizavam um método científico conhecido como introspecção, ou seja, a reflexão por parte de um observador sobre a natureza e o processo de seus próprios pensamentos. Este procedimento introspeccionista foi duramente criticado por um grupo de cientistas, denominados behavioristas. Segundo estes cientistas, o introspeccionismo não era um “método público de investigação”, ou seja, um método que pudesse ser realizado e/ou quantificado por outros cientistas, evitando, desta forma, qualquer contestação.

Os behavioristas acreditavam que a mente não deveria ser objeto de estudo, propondo que as pesquisas se concentrassem exclusivamente na observação do comportamento. Assim, toda atividade psicológica poderia ser explicada sem se

recorrer a tópicos como mente, pensamento, desejos ou intenções. Segundo a crença behaviorista, o ambiente determina a maneira na qual as pessoas irão agir.

Foi durante o período de domínio do behaviorismo (1920 – 1940), que começaram a surgir pesquisas que levariam ao surgimento da Ciência Cognitiva. Em 1936, o matemático inglês Alan Turing desenvolveu, teoricamente, uma máquina que, em princípio, poderia realizar qualquer tipo de cálculo. Esta máquina teórica ficou conhecida como máquina de Turing. Em 1950, Turing propôs que seria possível programar uma máquina, de tal forma que seria impossível a um observador distinguir se o resultado obtido havia sido obtido por um ser humano ou por uma máquina. Conforme ressalta Gardner (1996, pg. 37), “... se um observador não é capaz de distinguir as respostas de um computador programado das de um ser humano, diz-se que a máquina passou no teste de Turing”.

Em 1943, Warren McCulloch e Walter Pitts demonstraram que as operações de uma rede neural podiam ser modeladas em termos de lógica, proposta que teve grande influência para o surgimento posterior da Ciência Cognitiva. Assim, Turing apresentou a possibilidade da construção de um computador, que pudesse realizar qualquer tipo de cálculo, enquanto McCulloch e Pitts demonstraram que o cérebro humano podia ser concebido como sendo uma máquina lógica.

O matemático Norbert Wiener e seus colaboradores propuseram, em 1943, que as máquinas (sejam elas máquinas ou animais) possuem metas e, a partir dos resultados obtidos, elas calculam a diferença entre estes resultados e as metas, implementando as mudanças necessárias para diminuir as diferenças encontradas. Em 1948, Norbert Wiener publicou o livro *Cybernetics*, no qual ele propunha uma visão integrada interligando os avanços na compreensão do sistema nervoso humano, do computador e das operações de outras máquinas. Desta forma, Norbert Wiener concordava com John von Neumann, Warren McCulloch e Walter Pitts, de que existiam muitos paralelos entre a operação das novas máquinas eletrônicas e o funcionamento de um organismo vivo.

Outro trabalho importante para o estabelecimento das bases da Ciência Cognitiva foi a pesquisa do engenheiro eletricista Claude Shannon. Ele propôs que os circuitos elétricos (semelhantes àqueles encontrados no computador) poderiam realizar operações análogas ao pensamento humano. Na década de 40, Claude Shannon passou a desenvolver a noção de que a informação pode ser concebida independentemente de seu conteúdo.

Durante a década de 40 e 50 ocorreram diversas conferências relacionadas ao que viria a ser a Ciência Cognitiva. Em 1944, John von Neumann e Norbert Wiener organizaram uma série de conferências para aqueles interessados no que veio a ser denominado posteriormente de Cibernética. O objetivo da Conferência sobre Cibernética era (GARDNER, 1996, pg.39):

Reunir um grupo pequeno, que não passasse de 20 pessoas, de pesquisadores de vários campos relacionados, e mantê-los juntos por dois dias consecutivos em jornadas de palestras informais, debates e refeições, até que eles tivessem a oportunidade de acertarem as suas diferenças e fazer avanços no sentido de pensarem nas mesmas linhas.

Um evento extremamente importante para o surgimento da Ciência Cognitiva foi o Simpósio Hixon. Este simpósio, inicialmente chamado de Congresso sobre Mecanismos Cerebrais do Comportamento, ocorreu em 1948, com o objetivo de discutir abordagens alternativas sobre como o sistema nervoso controla o comportamento. Estiveram presentes neste evento pesquisadores tanto da área de humanas quanto de ciências. Assim, palestrantes de diferentes campos apresentaram diferentes pesquisas que, no seu conjunto, contribuiriam para o surgimento da Ciência Cognitiva.

A primeira palestra do Simpósio Hixon foi “**A Teoria Geral e Lógica dos Autômatos**”, apresentada por John von Neumann. Von Neumann apresentou uma comparação entre o computador eletrônico e o cérebro, além da polêmica questão: “Uma máquina artificial é capaz de produzir uma cópia de si mesma, a qual seria, por sua vez, capaz de produzir outras cópias? Uma resposta positiva indicaria uma forte correlação entre autômatos artificiais e seres vivos” (LEVY, S., 1992, p.16).

Seguindo a mesma linha de raciocínio de John von Neumann, o matemático e neurofisiologista Warren McCulloch apresentou o artigo “*Por que a Mente está na cabeça?*”, discutindo a forma pela qual o cérebro processa informações. A concordância com von Neumann decorre do fato de que McCulloch também fazia um paralelo entre o sistema nervoso e máquinas lógicas, de forma a “compreender porque nós compreendemos o mundo da forma que o fazemos” (GARDNER, 1996, p.25).

Outro palestrante que impressionou positivamente os congressistas do Simpósio Hixon foi Karl Lashley, uma vez que este criticou duramente o paradigma que dominava a Psicologia: o behaviorismo⁵. Lashley acreditava que simples cadeias associativas entre um estímulo e uma resposta, como acreditava o behaviorismo, não podiam explicar comportamentos complexos como falar, tocar um instrumento musical etc.

No final dos anos 40, portanto, a *cibernética* estava bastante desenvolvida, contando com a participação de pesquisadores de áreas distintas. Dessa forma, as pesquisas relacionadas à cibernética lançaram as bases sobre as quais surgiria a Ciência Cognitiva.

A data do surgimento da Ciência Cognitiva parece ser um dos poucos assuntos sobre os quais não há discordância entre os pesquisadores. A data de consenso se refere à realização do Simpósio sobre Teoria da Informação, realizado no Instituto de Tecnologia de Massachussets – MIT, em setembro de 1956 (GARDNER, 1996, p.43).

A certeza de que com aquele simpósio estava surgindo uma nova ciência, pode ser comprovada pelas declarações dos próprios participantes, os quais entendiam que a psicologia, a lingüística, a psicologia, a neurologia e a computação faziam parte de um todo maior, que viria a ser chamado, posteriormente de Ciência Cognitiva.

⁵ Segundo esse paradigma, o foco da psicologia deveria se limitar aos comportamentos observáveis dos seres vivos, uma vez que o behaviorismo, em seu esforço para conseguir um esquema unitário da resposta animal, não reconhece linha divisória entre o homem e os animais irracionais.

A influência do Simpósio sobre Teoria da Informação sobre o surgimento da Ciência Cognitiva, pode ser percebida no relato de alguns dos participantes. Segundo Allan Newell e Herbert Simon (*apud* GARDNER, 1996, pg. 44):

“Nos últimos 12 anos ocorreu uma mudança geral na perspectiva científica, coerente com o ponto de vista aqui representado. Pode-se datar o início da mudança aproximadamente em 1956: na psicologia, com a publicação de *Study of Thinking*, de Bruner, Goodnow e Austin, e de *'The Magical Number Seven'*, de George Miller; na lingüística, com *'Three Models of Language'*, de Noam Chomsky; e na ciência da computação, com nosso próprio artigo sobre a Máquina de Teoria Lógica”.

Além destes artigos seminais, ocorreram, a partir do final da década de 40, muitas pesquisas de todas as áreas envolvidas com a cognição. Na neurologia, Humberto Maturana, em conjunto com Warren McCulloch, publicou, em 1956, o artigo *“O que o olho da rã diz ao cérebro da rã”*. Este trabalho levou Maturana, na década de 60, em conjunto com Francisco Varela, a propor uma redefinição completa do que significa *Ser Vivo*, gerando a teoria conhecida por Teoria da Autopoiese, a qual será tratada em detalhes posteriormente neste capítulo.

Em uma linha diferente da adotada por Humberto Maturana e Francisco Varela, os pesquisadores David Hubel e Torsten Wiesel, de Harvard, em 1950, localizaram células nervosas que respondiam a informações específicas (brilho, contraste etc.).

Na antropologia, Harold Conklin, Ward Goodenough e Floyd Lounsbury pesquisavam sobre as habilidades de povos de culturas distantes em nomear, classificar e formar conceitos. Estes pesquisadores sugeriram que os processos cognitivos relevantes eram similares em toda parte.

O filósofo americano Hillary Putnam apresentou a proposta, baseada nas noções da máquina de Turing e na invenção do computador, de que as operações lógicas (o software) podiam ser descritas independente do hardware em questão. Desta forma, o cérebro humano correspondia ao hardware, e os estados mentais podiam ser descritos independentemente dele (do cérebro).

Na europa, Konrad Lorenz, em 1935, e Niko Itnbergen, em 1951, propuseram que os animais deveriam ser estudados em seu habitat natural, em contraposição à prática dos psicólogos americanos que utilizavam cenários laboratoriais controlados.

Em 1967, o psicólogo americano Ulric Neisser apresentou uma visão construtivista da atividade humana, segundo a qual toda cognição envolve processos criativos analíticos e sintetizadores. Neisser se opunha à utilização do computador como metáfora para a mente. Segundo ele (*apud* GARDNER, 1996, pg. 48):

Nenhum destes programas faz justiça, nem mesmo remota, à complexidade dos processos mentais humanos. Diferentemente do homem, programas artificialmente inteligentes tendem a ter um único propósito, a não serem passíveis de distração e não serem emotivos... Este livro pode ser interpretado como um extenso argumento contra modelos deste tipo, e também contra outras teorias simplistas dos processos cognitivos.

Como apresentado, diversas disciplinas distintas compõem a ciência cognitiva. Uma forma de apresentar estas disciplinas e seus inter-relacionamentos é o denominado Hexágono Cognitivo, conforme apresentado na Figura 1. As linhas “cheias” indicam um forte vínculo interdisciplinar, enquanto que as linhas tracejadas indicam um fraco vínculo interdisciplinar.

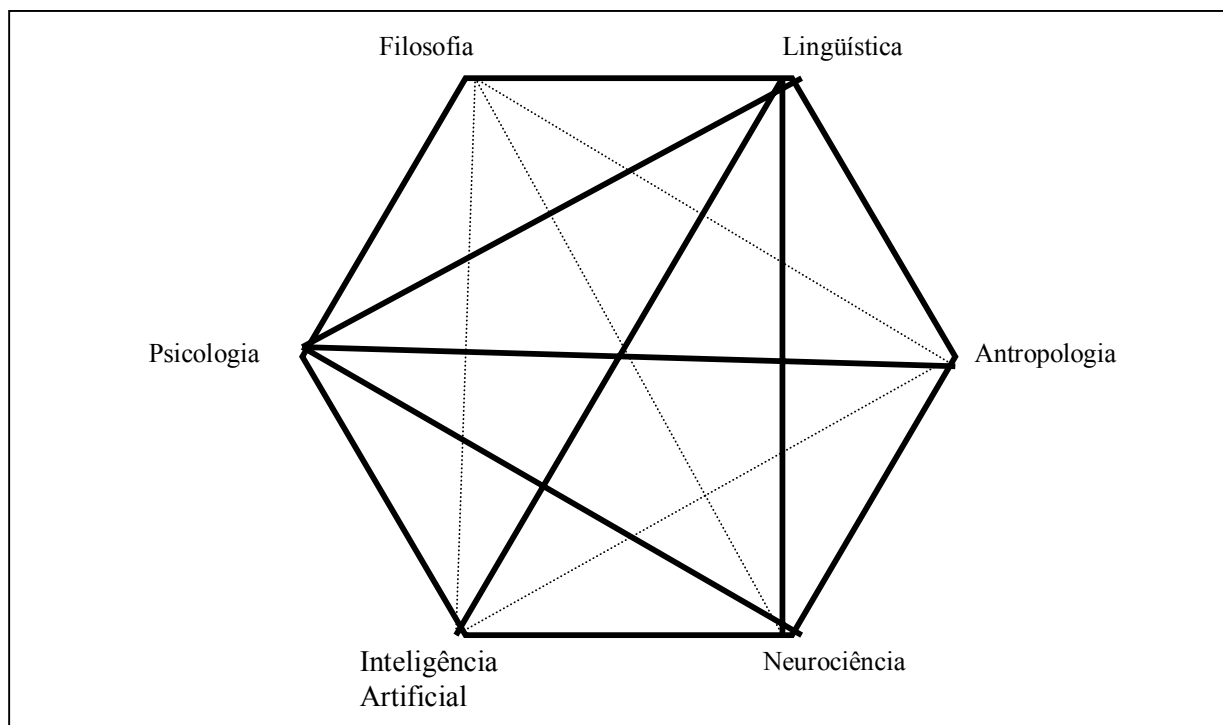


Figura 1 – O Hexágono Cognitivo

FONTE: GARDNER, Howard. **A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.

Torna-se interessante ressaltar que cada uma das disciplinas do hexágono cognitivo teve seu próprio desenvolvimento individual, sem qualquer relação interdisciplinar com as demais disciplinas. No entanto, o processo de desenvolvimento de cada disciplina exigiu, num segundo momento, uma aproximação com outras disciplinas. A partir destes inter-relacionamentos, então, é que começaram a tomar corpo as diferentes abordagens encontradas atualmente na Ciência Cognitiva.

Mas, cada pesquisador de cada disciplina individual possui seus próprios conceitos e valores, com base nos quais ele estabelece relações interdisciplinares. Com isso, a pesquisa interdisciplinar ocorre entre pesquisadores que se fundamentam nos mesmos princípios teóricos. Dessa forma, é muito difícil que ocorra, por exemplo, uma pesquisa interdisciplinar entre um psicólogo behaviorista e

um cientista da computação “cognitivista” (o cognitivismo será abordado em maiores detalhes ainda neste capítulo).

Assim, as diferentes abordagens existentes atualmente na Ciência Cognitiva são consequência direta das diferentes abordagens existentes nas disciplinas individuais que compõem o Hexágono Cognitivo.

1.2 Abordagens da Ciência Cognitiva

Embora as disciplinas que compõem a Ciência Cognitiva tenham evoluído individualmente, conforme apresentado, suas abordagens têm convergido para um ponto comum: a abordagem computacional da mente. Assim, grande parte das pesquisas em Ciência Cognitiva tem utilizado o computador como metáfora para a mente.

Esta abordagem dominante na Ciência Cognitiva vem sendo chamada de *Cognitivismo*. Embora o *Cognitivismo* seja a abordagem dominante dentro da Ciência Cognitiva, outras abordagens distintas têm sido propostas por pesquisadores das disciplinas que compõem o campo. De acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), pode-se destacar dentro da Ciência Cognitiva, três abordagens principais: cognitivismo, conexionismo e atuante (*enactive approach*).

VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997) entendem estas três abordagens como sendo “ondas” dentro da Ciência Cognitiva. Desta forma, a primeira onda corresponderia à abordagem cognitivista, a segunda onda à abordagem conexionista e a terceira onda à abordagem atuante. A Figura 2. apresenta estas três “ondas” com base em cinco disciplinas da Ciência Cognitiva e os pesquisadores mais representativos de cada onda em cada disciplina.

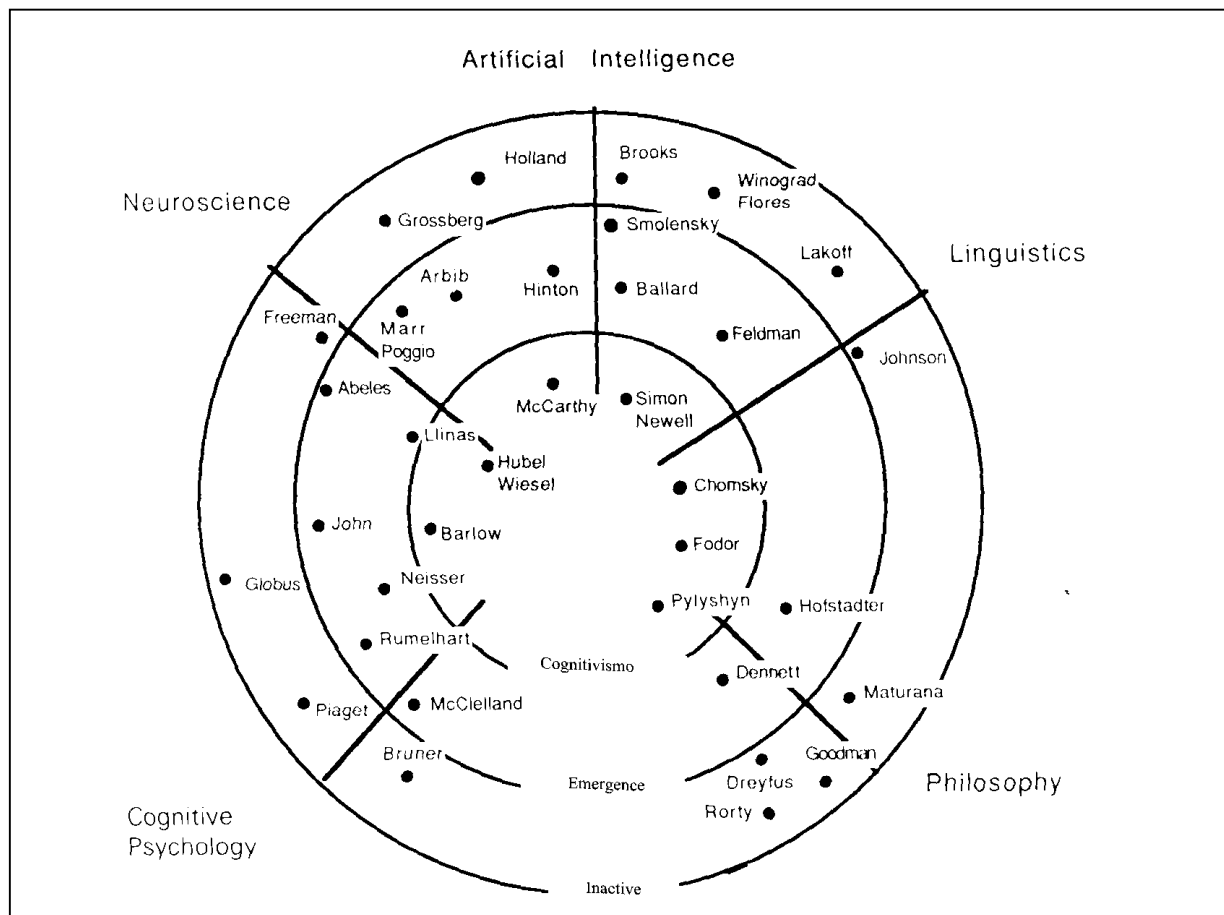


Figura 2 – Abordagens da Ciência Cognitiva

FONTE: VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan; ROSCH, Eleanor. **The embodied mind.** Cambridge: MIT. 1997.

O primeiro estágio considerado é o Cognitivismo, cuja ferramenta central e a metáfora utilizada é o computador. O computador é um dispositivo físico construído de forma que um conjunto particular de mudanças físicas é interpretado como “computações”. Computação é uma operação executada sobre símbolos, ou seja, sobre elementos que representam o que eles significam (o símbolo “4” representa o número 4). O cognitivismo consiste, portanto, na hipótese de que cognição é manipulação de símbolos, ou seja, a cognição é representação mental: a mente opera através da manipulação de símbolos que representam características do mundo ou representam o mundo como sendo de uma certa forma.

De acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), o cognitivismo faz três suposições:

- Nós habitamos um mundo com propriedades particulares, tais como cor, comprimento, movimento, som etc.
- Nós capturamos ou recuperamos estas propriedades representando-as internamente.
- Existe um sujeito independente “nós” que faz estas coisas.

Os outros dois estágios (ou ondas) divergem do cognitivismo a partir de duas linhas básicas:

- Crítica do processamento de símbolos como sendo um veículo apropriado para representações.
- Crítica da adequação da noção de representação como o “ponto de fundamentação” da Ciência Cognitiva.

O segundo estágio, também chamado de Emergência, é geralmente denominado Conexionismo. Este nome é derivado da idéia de que muitas tarefas cognitivas (como visão e memória) parecem ser mais bem executadas por sistemas constituídos de vários componentes simples, os quais, quando conectados através de regras apropriadas, fazem surgir o comportamento global correspondente à tarefa desejada. O processamento simbólico, portanto, é localizado. Operações sobre símbolos podem ser especificadas utilizando apenas a forma física do símbolo, não seu significado. Para os conexionistas uma representação consiste na correspondência entre um estado global emergente (resultado do processamento simbólico para operações distribuídas) e as propriedades do mundo, não sendo função de um símbolo em particular.

O terceiro estágio (*Enactive* - Atuante) questiona a centralidade da noção de que cognição seja fundamentalmente representação. Este terceiro estágio critica a idéia de que a mente é um espelho da natureza.

1.2.1 Cognitivismo

A base do Cognitivismo é que a inteligência se assemelha ao processo que ocorre no computador, ou seja, a manipulação de representações simbólicas. Conforme ressaltam VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), não há controvérsia com relação à noção de representação. A controvérsia está na afirmativa dos cognitivistas de que a cognição consiste em agir com base em representações que são fisicamente compreendidas na forma de um código simbólico no cérebro ou em uma máquina.

De acordo com os cognitivistas, o problema que deve ser resolvido é como correlacionar a origem de estados intencionais e representacionais (crenças, desejos, intenções etc.) com as mudanças físicas sofridas por um agente durante uma ação. Assim, se desejamos afirmar que estados intencionais possuem propriedades causais, nós devemos mostrar não somente como estes estados são fisicamente possíveis mas como eles podem causar o comportamento. Neste ponto é que surge a noção de computação simbólica.

O computador opera somente sobre a forma física dos símbolos que ele computa, não tendo acesso a seus valores semânticos. Assim, suas operações são semanticamente limitadas, uma vez que toda distinção semântica relevante para seu programa foi codificada (pelo programador) na sintaxe de sua linguagem simbólica. Isto significa que no computador a sintaxe espelha ou é paralela à semântica. Com isso, de acordo com os cognitivistas este paralelismo nos mostra como inteligência e intencionalidade (semântica) são física e mecanicamente possíveis.

Portanto, a hipótese cognitivista é de que o computador fornece um modelo mecânico de pensamento, ou em outras palavras, que o pensamento consiste de computação simbólica física. A Ciência Cognitiva, desta forma, torna-se o estudo de tal sistema de símbolos físicos.

Em adição aos níveis da física e da neurobiologia, o cognitivismo propõe um nível simbólico irreduzível distinto na explicação da cognição. Além disso, uma vez

que os símbolos são itens semânticos, os cognitivistas também propõem um terceiro nível representacional ou semântico distinto.

A grande questão que se apresenta é que embora saibamos de onde surge o nível semântico da computação do computador (o programador), não se tem idéia de como as expressões simbólicas codificadas no cérebro obterão seus significados.

Podemos resumir a abordagem cognitivista respondendo a três perguntas (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997):

O que é cognição?

Processamento de informação como computação simbólica – manipulação de símbolos baseada em regras.

Como funciona?

Através de qualquer dispositivo que suporta e manipula elementos funcionais discretos – os símbolos. O sistema interage apenas com a forma dos símbolos (seus atributos físicos) e não com seus significados.

Como se sabe quando um sistema cognitivo está funcionando adequadamente?

Quando os símbolos representam apropriadamente algum aspecto do mundo real, e o processamento de informação conduz a uma solução bem sucedida do problema dado ao sistema.

É possível relacionar três aspectos relacionados à abordagem cognitivista (GARDNER, 1996):

- Existe a crença de que, ao se discutir as atividades cognitivas humanas, é necessário falar de representações mentais e criar um nível de análise totalmente separado do biológico ou neurológico, por um lado, e do sociológico ou cultural, por outro.
- O computador eletrônico é essencial para qualquer compreensão da mente humana. O computador é útil como o modelo mais viável de como a mente humana funciona.

- Não se deve enfatizar certos fatores que podem ser importantes para o funcionamento cognitivo, mas cuja inclusão neste momento complicaria desnecessariamente o empreendimento cognitivo-científico. Estes fatores incluem a influência dos fatores afetivos ou emocionais, a contribuição dos fatores históricos e culturais e o papel do contexto de fundo no qual ocorrem atitudes ou pensamentos particulares.

É interessante observar, portanto, que o cognitivismo propõe a análise da mente como sistema de processamento de informações, desconectada de seu contexto. Esta abordagem parece bastante adequada para se analisar uma máquina construída pelo ser humano, mas ao não considerar a influência das emoções ou do contexto sobre a cognição, o cognitivismo perde grande parte de sua força.

1.2.2 Conexionismo

Durante os primeiros anos da Cibernética, foram propostas alternativas à abordagem cognitivista de manipulação de símbolos na Ciência Cognitiva. Durante as Conferências Macy, ocorreram muitas discussões relacionadas ao fato de que nos cérebros reais não parece existir regras, nem processamento lógico central e nem as informações estão armazenadas em endereços específicos. Ao invés disso, o cérebro pode ser visto como operando com base em interconexões maciças de maneira distribuída, de forma que as conexões reais entre grupos de neurônios mudam como resultado da experiência. Estes grupos se apresentam com tal capacidade auto-organizativa que não podem ser explicados no paradigma de manipulação simbólica (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997).

As razões para se estudar a auto-organização, depois de décadas de domínio do cognitivismo são duas conhecidas fraquezas deste paradigma:

- O processamento de informação simbólica é feito com base em regras seqüenciais, aplicadas uma de cada vez. Esse gargalo é uma grande limitação quando a tarefa requer grande número de operações seqüenciais;

- O processamento simbólico é localizado: a perda ou mau funcionamento de qualquer parte dos símbolos ou regras do sistema resulta em um sério mau funcionamento do sistema como um todo.

Mesmo as tarefas mais simples são realizadas mais rapidamente por um inseto do que quando se tenta utilizar a estratégia computacional conforme proposta pelos cognitivistas.

A plasticidade do cérebro em resistir a “danos” ou a flexibilidade da cognição biológica em se ajustar a um novo ambiente sem comprometer toda sua competência, é considerada ponto pacífico por neurobiologistas, mas não são possíveis quando se adota o paradigma cognitivista.

Na abordagem conexionista, o cérebro se torna mais uma vez a principal fonte de metáforas e idéias. Os modelos e teorias não começam mais com descrições simbólicas abstratas mas com um completo exército de componentes simples, desprovidos de inteligência, que se assemelham aos neurônios, os quais quando adequadamente conectados apresentam propriedades globais interessantes. Estas propriedades globais incorporam e expressam as capacidades cognitivas que se está procurando.

Em 1949, Donal Hebb sugeriu que o aprendizado poderia estar baseado em mudanças no cérebro que são causadas pelo grau de atividade correlacionada entre os neurônios: se dois neurônios têm tendência em se ativar em conjunto, a conexão deles é fortalecida; caso contrário é diminuída. Portanto, a conectividade do sistema torna-se inseparável de sua história de transformação e relacionada ao tipo de tarefa definida para o sistema (GARDNER, 1996).

A estratégia é construir um sistema cognitivo sem a necessidade de começar por símbolos e regras, mas sim com componentes simples que seriam dinamicamente conectados uns aos outros de forma compacta. Nesta abordagem, cada componente opera somente em seu ambiente local, de forma que não existe um agente externo como se fosse o eixo do sistema (o processamento central). Em função desta arquitetura em forma de rede, existe uma cooperação global que

emerge espontaneamente quando o estado de todos os “neurônios” participantes atinge um estado satisfatório. Portanto, num sistema deste tipo não há necessidade de uma “unidade de processamento central” para guiar toda a operação. Esta passagem de regras locais para uma “coerência global” é o ponto central do que era chamado de auto-organização durante os anos da Cibernética.

Pesquisas recentes têm demonstrado evidências detalhadas de que as propriedades emergentes são fundamentais à operação do cérebro. A metáfora computacional (processamento de informação) possui uso limitado. Embora neurônios no córtex visual, por exemplo, apresentem respostas distintas a características específicas do estímulo visual, estas respostas somente ocorrem com animais anestesiados e dentro de um ambiente interno e externo simplificado. Quando o ambiente sensorial é o que se encontra normalmente e o animal é estudado acordado e se movimentando, fica claro que a resposta neuronal estereotipada torna-se altamente dependente do contexto. Nestas circunstâncias, uma descrição simbólica passo-a-passo para este tipo de situação parece ir “contra a correnteza” (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997).

Tem se tornado cada vez mais claro para os neurocientistas que os neurônios devem ser entendidos como membros de um grande grupo que estão constantemente aparecendo e desaparecendo através de interações cooperativas, nas quais cada neurônio tem respostas múltiplas e mutantes dependendo do contexto.

O cérebro é, portanto, um sistema altamente cooperativo: a interconexão compacta entre seus componentes implica que eventualmente tudo o que está acontecendo será uma função do que todos os componentes estão fazendo.

Este tipo de cooperação é tanto global quanto local: ela ocorre dentro dos subsistemas que compõem o cérebro e também no nível das conexões entre estes subsistemas. Como resultado, o sistema como um todo adquire uma coerência interna em padrões emaranhados (*intricate*), mesmo que não se possa dizer exatamente como isto ocorre.

Quando se aciona o sistema reticular, por exemplo, o animal (organismo) muda seu comportamento de acordado para adormecido. Isto não indica, no entanto, que o sistema reticular seja o controlador da vigília (se o organismo está dormindo ou acordado). Este sistema é, ao invés disso, uma forma de arquitetura que permite o surgimento de certas coerências internas. Mas, quando estas coerências surgem, elas não são devidas a um sistema em especial. O sistema reticular é necessário mas não suficiente para certos estados coerentes, tal como acordado e adormecido. É o animal que está dormindo ou acordado e não os neurônios reticulares.

Em termos gerais, pode-se resumir a estratégia conexionista respondendo às mesmas perguntas que foram respondidas para o caso da abordagem cognitivista:

O que é cognição?

A emergência de estados globais em uma rede de componentes simples

Como funciona?

Através de regras locais para operações individuais e regras para mudanças na conectividade entre os elementos.

Como se sabe quando um sistema cognitivo está funcionando adequadamente?

Quando as propriedades emergentes (e a estrutura resultante) podem ser vistas como correspondentes a uma capacidade cognitiva específica – uma solução adequada a uma tarefa requerida.

Um dos aspectos mais interessantes desta abordagem é que os símbolos, no sentido convencional, não tem lugar. Na abordagem conexionista, as computações simbólicas são substituídas por operações numéricas – as equações diferenciais que governam um sistema dinâmico, por exemplo.

No modelo conexionista, uma computação simbólica discreta simples seria executada como resultado de um grande número de operações numéricas que

governam uma rede de unidades simples. Neste tipo de sistema, os itens significativos não são símbolos. Eles são um padrão complexo de atividade entre as numerosas unidades que constroem a rede.

Esta abordagem não simbólica envolve uma radical mudança da suposição básica do cognitivismo de que deve existir um nível simbólico distinto na explicação da cognição. O cognitivismo introduziu símbolos como um caminho de ligar a necessidade por um nível semântico ou representacional com a restrição de que este nível deve ser em última análise físico. Símbolos são tanto significativos quanto físicos, e um computador é um dispositivo que respeita os significados dos símbolos enquanto opera somente sobre sua forma física. Conforme ressaltam VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, p.99):

Esta separação entre forma e significado foi a 'jogada de mestre' que criou a abordagem cognitivista. Mas este movimento fundamental também implicou uma fraqueza em abordar o fenômeno cognitivo em um nível mais profundo: Como os símbolos adquirem seus significados?

Na abordagem conexionista, o significado não está localizado em símbolos específicos. Ele é uma função do estado global do sistema e está relacionado a um desempenho global em algum domínio, como reconhecimento (lembrança) ou aprendizado. Uma vez que este estado global emerge de uma rede de unidades que são "mais granularizadas" do que os símbolos, alguns pesquisadores se referem ao conexionismo como "Paradigma Subsimbólico".

No nível subsimbólico, as descrições cognitivas são construídas a partir de constituintes que em um nível mais elevados serão símbolos discretos. De acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, p.100), "o significado, no entanto, não reside nestes constituintes em si; ele reside em padrões complexos de atividade que emergem das interações destes constituintes."

1.2.3 Abordagem Atuante

A abordagem *atuante (enactive)* foi proposta por VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), tomando como base a *Teoria da Autopoiese* proposta por Maturana e Varela (1992).

Humberto Maturana e Francisco Varela desenvolveram um trabalho transdisciplinar com o objetivo de responder perguntas como "O que são os seres vivos?" e "Como opera a cognição?". Conforme ressalta Ramos (1996, pg. 68), "Maturana e Varela desenvolvem uma abordagem em busca de síntese e não de análise e classificação [...] a abordagem feita é, num certo sentido mecanicista, pois, nenhuma força ou princípio que não esteja no universo físico é invocada." Apesar de mecanicista, a Teoria da Autopoiese não pode ser considerada reducionista, pois, ela se propõe a tratar o ser vivo como uma unidade (WHITAKER, 2001).

A abordagem Atuante apresenta uma outra forma de se compreender o fenômeno do conhecimento, propondo que se evite tanto a armadilha do representacionismo (teoria cognitivista) quanto a do solipsismo, segundo a qual só existe a interioridade de cada um. Com isso, a Abordagem atuante se distancia tanto do cognitivismo quanto do conexionismo.

O cognitivismo considera que o organismo obtém informações do ambiente e, a partir destas, cria uma representação deste ambiente, de forma a executar uma conduta adequada à sua sobrevivência. Assim, de acordo com esta visão, o organismo recebe as informações do meio, as processa e gera uma conduta adequada. Em função deste ponto de vista é que ficou bastante arraigada a metáfora do cérebro como sendo um computador e da "mente" como sendo um software.

Assim, os cognitivistas acreditam que é possível conhecer "objetivamente" o mundo, ou conforme demonstra Behncke (1992, p. 30), os cognitivistas "postulam a possibilidade do conhecer objetivamente o fenômeno do próprio conhecer humano como processo baseado em interações entre o mundo objeto e o sujeito que conhece".

Desta forma, segundo este ponto de vista, é o ambiente que determina o que irá acontecer com o organismo, ou seja, o efeito existe na causa, real ou idealmente (“determinismo”)

Maturana e Varela (1992, pg. 195) combatem a visão cognitivista, afirmando que “...a metáfora tão em voga do cérebro como um computador é não só ambígua como francamente equivocada”. Segundo a abordagem Atuante, uma perturbação do ambiente não determina o que irá acontecer com o ser vivo, pois é a estrutura deste que define as mudanças que ocorrerão em resposta. Por este motivo é que se utiliza a expressão “desencadear” um efeito, ou seja, de acordo Maturana e Varela (1992, pg. 95) "dizemos que as mudanças que resultam da interação entre o ser vivo e seu meio são desencadeadas pelo agente perturbador, mas determinadas pela estrutura do sistema perturbado.”

Assim, se um ser vivo é "invadido" por um vírus, o que ocorre como consequência desta invasão é determinado não pelas propriedades do vírus, mas pela própria estrutura do ser vivo.

Ainda de acordo com Maturana e Varela (1992, p.65), “aquilo que imaginávamos ser a simples apreensão de alguma coisa (espaço, cor etc.) traz a marca indelével de nossa própria estrutura”. O fenômeno do conhecer, portanto, não pode ser equiparado à existência de “fatos” ou objetos “lá fora”, que podemos captar e armazenar na cabeça.

Segundo Maturana e Varela (1992, pg.137),

A manutenção dos organismos como sistemas dinâmicos em seu meio depende de uma compatibilidade entre os organismos com o meio, o que chamamos de adaptação. A adaptação é uma consequência necessária do acoplamento estrutural da unidade com o meio. Em outras palavras, a ontogenia de um indivíduo é uma deriva de mudanças estruturais com conservação de organização e adaptação.

Isto pode ser condensado no aforismo “Todo fazer é conhecer e todo conhecer é fazer” (MATURANA; VARELA, 1992, p.70). Esta proposta requer uma mudança na ciência cognitiva, exigindo que mudemos da idéia do mundo como independente e extrínseco para a idéia de um mundo como sendo inseparável da

estrutura dos processos de auto-modificação. De acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, pg. 139),

Esta mudança de postura não expressa apenas uma preferência filosófica; ela reflete a necessidade de entender os sistemas cognitivos não com base em suas relações de entrada e saída, mas sim com base em seu fechamento operacional (*clausura operacional – operational closure*). Um sistema com fechamento operacional é aquele no qual os resultados de seus processos são os próprios processos. A noção de fechamento operacional é uma forma de especificar classes de processos que, em sua operação retornam (retrocedem) sob eles mesmos para formar redes autônomas. Tais redes não estão na classe dos sistemas definidos por mecanismos externos de controle (heteronomia) mas sim, estão em uma classe de sistemas definidos por mecanismos internos de auto-organização (autonomia). O ponto-chave é que estes sistemas não operam através de representações. Ao invés de representar um mundo independente eles criam (*enact*) um mundo como um domínio de distinções que é inseparável da estrutura incorporada (personificada, encarnada – *embodied*) pelo sistema cognitivo.

Adotando esta nova abordagem, nós devemos questionar a idéia de que o mundo é pré-dado e que cognição é representação. Em ciência cognitiva, isto significa que devemos questionar a idéia de que a informação existe pronta no mundo e que é extraída por um sistema cognitivo, como propõem a noção cognitivista de processamento de informação.

As suposições tácitas que estão por trás das variedades de realismo cognitivo (cognitivismo e connexionismo) é que o mundo pode ser dividido em regiões de elementos e tarefas distintos. Cognição consiste na resolução de problemas, que deve, para ser bem sucedida, considerar os elementos, propriedades e relações dentro destas regiões pré-dadas.

No entanto, conforme ressalta VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, pg. 147), “...esta abordagem de cognição como solução de problemas funciona em algum grau para domínios de tarefa nos quais é relativamente fácil especificar todos os estados possíveis (como num jogo de xadrez)”.

Em geral, os filósofos têm produzido discussões detalhadas que mostram que o conhecimento depende de “se estar em um mundo” que é inseparável de nossos corpos, nossa linguagem e nossa história social – resumidamente, de nossa “Incorporação / Encarnação” (*embodiment*).

O ponto central desta orientação não-objetivista é a visão de que o conhecimento é o resultado de uma interpretação progressiva que emerge de nossa capacidade de entendimento. Estas capacidades têm suas raízes na estrutura de nossa “incorporação biológica”, mas são vividas e experimentadas dentro de um domínio de ação consensual e história cultural. O desafio colocado pela abordagem Atuante à Ciência Cognitiva é questionar uma das suposições “mais fixas” da herança científica – a noção de que o mundo é independente do “conhecedor”.

Portanto, se a cognição não pode ser entendida adequadamente sem o senso comum, e que o senso comum não é nada mais do que nossa história social e corporal, então, a conclusão inevitável é que “conhecedor” e “conhecido”, mente e mundo, estão em relação um com o outro através de especificação mútua ou “co-originação” dependente.

Em resumo, a abordagem *atuante* (*enactive*) consiste de dois pontos:

- a percepção consiste em ação guiada perceptualmente;
- as estruturas cognitivas emergem de padrões sensoriomotores recorrentes que permitem à ação ser perceptualmente guiada.

O ponto de partida da abordagem Atuante é o estudo de como o “percebedor” pode guiar suas ações em sua situação local. Uma vez que as situações locais mudam constantemente como resultado da atividade do percebedor, o ponto de referência para se entender a percepção não é mais um mundo pré-dado, independente do percebedor, mas sim a estrutura sensório-motora do percebedor (a forma na qual o sistema nervoso une as superfícies sensorial e motora). Esta estrutura – a forma na qual o percebedor está “incorporado / encarnado”, ao invés de um mundo pré-dado é o que determina como o percebedor pode agir e ser modulado pelos eventos ambientais. Portanto, a preocupação da abordagem Atuante para a percepção não é determinar como um mundo independente do percebedor é descoberto, mas sim determinar os princípios comuns ou uma rede entre o sistema sensorial e o sistema motor que explica como a ação pode ser perceptualmente guiada em um mundo dependente do percebedor.

A percepção não é simplesmente embutida e limitada pelo mundo ao redor, mas sim contribui também para a atuação deste mundo ao redor. Portanto, o organismo tanto inicia quanto é moldado pelo ambiente. O organismo e o ambiente devem ser vistos como unidos em especificações e seleções mútuas. Conseqüentemente, a cognição não é mais vista como solução de problemas com base em representações. Ao invés disso, a cognição consiste na atuação ou criação de um mundo através de uma história viável de acoplamento estrutural (Merleau-Ponty *apud* VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997, p. 174),.

É importante notar que a história de acoplamento estrutural não é ótima, mas sim, simplesmente viável. Esta diferença implica uma correspondente diferença no que é requerido de um sistema cognitivo em seu acoplamento estrutural. Se este acoplamento deve ser ótimo, as interações deste sistema devem ser prescritas. Para ser viável, contudo, a ação guiada perceptualmente do sistema deve simplesmente facilitar a continuidade da integridade do sistema (ontogenia) e ou de sua linhagem (filogenia).

Cognição como ação incorporada é sempre sobre ou direcionado a uma coisa que está faltando: de um lado, sempre existe o próximo passo para o sistema em sua ação perceptualmente guiada; por outro lado, as ações do sistema são sempre dirigidas em direção a situações que ainda não se tornaram reais (actual). Portanto, a cognição como ação incorporada tanto propõe o problema quanto especifica os caminhos que devem ser tomados para sua solução.

Essa formulação fornece uma maneira de especificar a intencionalidade da cognição como ação incorporada. Deve-se lembrar que, em geral, intencionalidade possui dois lados:

- Como o sistema constrói o mundo (especificado em termos do conteúdo semântico de estados intencionais);
- Como o mundo satisfaz ou não esta construção (em termos de condições de satisfação de estados intencionais).

Com base no exposto, portanto, é possível responder às mesmas perguntas formuladas para as abordagens cognitivista e conexionista:

O que é cognição?

Atuação (*enaction*): uma história de acoplamento estrutural que constrói um mundo.

Como funciona?

Através de uma rede que consiste de múltiplos níveis de sub-redes sensório-motoras interconectadas.

Como eu sei quando um sistema cognitivo está funcionando?

Quando ele se torna parte de um mundo existente de forma progressiva (como fazem os jovens de todas as espécies) ou molda / forma um novo (como acontece na história evolucionária).

A maior parte do que aparece nestas respostas tem estado, até o momento, ausente da ciência cognitiva – não apenas do cognitivismo mas também do conexionismo. A inovação mais significativa é que uma vez que a representação não desempenha mais um papel central, o papel do ambiente como uma fonte de entradas recua para o *background*. Ele aparece somente em ocasiões quando o sistema sofre uma ruptura (*breakdown*) ou sofre eventos que não podem ser satisfeitos por sua estrutura. Desta forma, inteligência muda da capacidade de resolver problemas para a capacidade de entrar em um mundo compartilhado de significância.

A substituição do projeto orientado a tarefas por modelagem cognitiva, que é mais próxima à evolução como deriva natural, tem implicações para as relações entre as abordagens conexionista e atuante. A questão é como entendemos o que uma rede distribuída irá fazer. Se nós enfatizarmos como o processo histórico conduz a regularidades emergentes sem restrições finais e fixas, nós descobrimos

uma condição biológica mais aberta à imprevisibilidade. Mas se nós enfatizarmos como uma dada rede adquire uma capacidade muito específica num domínio muito definido, então a representação retorna e nós temos o uso mais típico do modelo conexionista.

É sempre possível definir um domínio fixo no qual um sistema conexionista pode funcionar, mas esta abordagem obscurece as questões mais profundas sobre a incorporação biológica da cognição. Então, assim como o conexionismo surgiu do cognitivismo inspirado por um contato mais próximo com o cérebro, a abordagem Atual, de acordo com VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, p.213), “representa um passo adicional na mesma direção para englobar a temporariedade da cognição como história vivida, tanto vista ao nível individual (ontogenia), das espécies (evolução) ou padrões sociais (cultura).”

1.3 Resumo das Abordagens da Ciência Cognitiva

Para que se possa ter um quadro claro das diferentes abordagens das Ciências Cognitivas abordadas anteriormente, o Quadro 1 apresenta os aspectos principais de cada uma das abordagens.

Quadro 1 – Comparação entre as Abordagens para a Ciência Cognitiva

	Cognitivismo	Conexionismo	Atuante
O que é cognição?	Processamento de informação como computação simbólica – manipulação de símbolos baseada em regras	A emergência de estados globais em uma rede de componentes simples	Uma história de acoplamento estrutural que constrói um mundo
Como funciona?	Através de qualquer dispositivo que suporta e manipula elementos funcionais discretos – os símbolos. O sistema interage apenas com a forma dos símbolos (seus atributos físicos) e não com seus significados	Através de regras locais para operações individuais e regras para mudanças na conectividade entre os elementos	Através de uma rede que consiste de múltiplos níveis de sub-redes sensório-motoras interconectadas
Como saber quando um sistema cognitivo está funcionando?	Quando os símbolos representam apropriadamente algum aspecto do mundo real, e o processamento de informação conduz a uma solução bem sucedida do problema dado ao sistema	Quando as propriedades emergentes (e a estrutura resultante) podem ser vistas como correspondentes a uma capacidade cognitiva específica – uma solução adequada a uma tarefa requerida	Quando ele se torna parte de um mundo existente de forma progressiva (como fazem os jovens de todas as espécies) ou molda / forma um novo (como acontece na história evolucionária)

De acordo com o exposto anteriormente, pode-se concluir que cada um dos estágios apresentados (cognitivismo, connexionismo e atuante) é uma evolução com relação ao estágio anterior. Nesse processo evolutivo, a Abordagem Atuante enfatiza a construção de um mundo a partir de uma história de acoplamento estrutural. Com isso, tem-se um processo aberto para a imprevisibilidade, onde é enfatizada a capacidade de criação.

Dessa forma, o produto da aprendizagem não é uma repetição mecânica, nem a cristalização de hábitos, mas sim uma atividade criadora. Os seres humanos, portanto, estão em um processo constante de “questionamento reconstrutivo”, em evolução. No caso da utilização das tecnologias da informação e da comunicação nesse processo de evolução, a própria tecnologia deve estar “aberta para a imprevisibilidade”, ou seja, deve evoluir em conjunto com os aprendizes em suas histórias de acoplamentos estruturais.

Isso abre novas possibilidades de uso das tecnologias da informação e da comunicação, que não o simples repasse de conteúdo a partir de produtos completos e acabados. São essas novas possibilidades que justificam a utilização dos princípios da Abordagem Atual, para fundamentar o desenvolvimento de um ambiente extensível para o aprendizado distribuído.

2. TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A CIÊNCIA COGNITIVA

2.1 Teorias de Aprendizagem

Através de uma análise atenta da evolução tanto das disciplinas individualmente quanto da Ciência Cognitiva como um todo, podemos identificar as raízes das principais teorias de aprendizagem que foram ou estão sendo utilizadas na educação. Cada uma dessas teorias está fundamentada em uma epistemologia, ou seja, em uma concepção de como o conhecimento ocorre.

2.1.1 Apriorismo

De acordo com os aprioristas, as capacidades básicas de cada ser humano encontram-se praticamente “prontas” no momento do nascimento (GARDNER, 1996). Conforme ressalta Hessen (1987, p. 77), “o conhecimento apresenta, no sentido desta corrente, elementos *a priori*, independentes da experiência”.

Assim, ao nascer, o indivíduo já traz consigo as condições do conhecimento e da aprendizagem que se manifestarão imediata ou progressivamente pela maturação. Dessa forma, conforme ressalta MOURA, AZEVEDO e MEHLECKE (2001, p.3), “toda a atividade de conhecimento é exclusiva do sujeito, o meio não participa”.

Na relação sujeito x objeto, os aprioristas atribuem maior importância ao primeiro. Assim, não há nada no objeto que o defina como tal e a imagem que fazemos dele não dá conta de seu conteúdo. Dessa forma, o apriorismo entende o pensamento como sendo a fonte principal do conhecimento humano, afirmando que a essência é inacessível aos sentidos. Nesta corrente, o pensamento não se conduz receptiva e passivamente perante a experiência, mas sim espontânea e ativamente.

Dentro do apriorismo surge a teoria da Gestalt, a qual entende que o conhecimento se produz porque existe no ser humano uma capacidade interna inata que predispõe o sujeito ao conhecimento.

A teoria da Gestalt defende que a percepção de uma pessoa com relação a um estímulo tem um efeito sobre sua resposta. Com isso, se duas pessoas são expostas ao mesmo estímulo, a reação de cada um será diferente, dependendo de suas experiências passadas. Experiências realizadas por pesquisadores “gestaltistas” demonstraram que as experiências passadas de um indivíduo afetam sua percepção do estímulo e, como resultado, afetam sua resposta ao estímulo.

Conforme ressaltam MOURA, AZEVEDO e MEHLECKE (2003, p. 3), “os teóricos da Gestalt falam em traços de memória, que são efeitos que as experiências deixam no sistema nervoso. Estes traços de memória formam totalidades isoladas chamadas de gestalts. Aprender não é uma questão de adicionar traços novos e subtrair os antigos, mas uma questão de transformar uma gestalt em outra”.

Devido às características apontadas, a epistemologia apriorista não pode ser utilizada como base para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem, uma vez que segundo esta abordagem não há métodos de ensino: o aluno, de acordo com suas capacidades, trilha seus próprios caminhos.

Neste contexto, o professor é apenas um auxiliar do aluno. Se este não aprende é porque não nasceu com as capacidades necessárias, isentando o educador de qualquer responsabilidade.

Com base no exposto, podemos concluir que a epistemologia apriorista possui os seguintes princípios básicos:

- Fatalismo: Se o aprendente não nasceu com as habilidades necessárias, a educação pouco pode fazer por ele.
- Individualismo: O aluno já possui o conhecimento, precisando apenas trazê-lo “à tona”. Por isso, o professor deve interferir o mínimo possível.
- Personalização: a forma como um aprendente interpreta um estímulo (bem como o tipo de resposta fornecida) depende de sua experiência anterior.

2.1.2 Empirismo

O empirismo opõe-se à tese segundo a qual o pensamento (a razão) é a verdadeira fonte do conhecimento, entendendo que a única fonte do conhecimento humano é a experiência. Segundo Hessen (1987, p. 68), “o espírito humano está por natureza vazio; é uma *tábua rasa*, uma folha em branco onde a experiência escreve. Todos os nossos conceitos, incluindo os mais gerais e abstratos, procedem da experiência”.

O desenvolvimento do empirismo ocorreu na Inglaterra, principalmente nos séculos XVII e XVIII, com John Locke (1632-1704). Para Locke, o homem não pode atingir a verdade definitiva, pois tem nos fatos, e não nele, a fonte principal para tal explicação. Refuta a idéia das teorias aprioristas e com isso destaca a importância da educação e da instrução na formação do homem.

De acordo com os empiristas, as idéias não são inatas, mas sim criadas pelo sujeito em contato com as coisas reais, através de experiências sensoriais e perceptivas. Desta forma, não há como ter conhecimento de alguma coisa sem que haja possibilidade de experimentá-la de alguma forma. Conforme ressalta Popper (*apud* Becker, 1994), “não há nada no nosso intelecto que não tenha entrado lá através dos nossos sentidos”.

A epistemologia empirista foi adotada pelo comportamentalismo, também conhecido como behaviorismo, que surgiu nos Estados Unidos, no início do século XX, através do trabalho de John Watson (in SLOMP, 2002). De acordo com Komosinski (2000, p.41), o behaviorismo “surge oficialmente em 1913 quando Watson lança o seu ‘manifesto behaviorista’. Seu objetivo foi combater a introspecção e os métodos subjetivos de investigação usados pelos psicólogos do século XIX”.

Conforme ressalta Pozo (1998, p.22), existem duas classes de comportamentalismo: “o radical, que negava a existência da consciência, e o metodológico, que negava a possibilidade da consciência ser estudada por meios

objetivos. Assim, todas as teorias comportamentalistas são chamadas também de antimentalistas”.

A causa do comportamento, de acordo com os behavioristas, são os estímulos ambientais que atingem o organismo, forçando este a emitir uma resposta. Skinner (1993, p.177), um dos mais importantes autores comportamentalistas, afirma que

“Uma análise behaviorista repousa nos seguintes pressupostos: uma pessoa é, em primeiro lugar, um organismo, um membro de uma espécie e de uma subespécie; possui uma dotação genética de características anatômicas e fisiológicas que são o produto das contingências de sobrevivência às quais a espécie esteve exposta durante o processo de evolução. O organismo se torna uma pessoa quando adquire um repertório de comportamento nas contingências de reforço a que foi exposto ao longo de sua vida. O comportamento que apresenta em qualquer momento está sob o controle de um cenário atual. Ele consegue adquirir esse repertório sob tal controle por causa de processos de condicionamento que também são parte de sua dotação genética.”

Os behavioristas (empiristas) acreditam, então, que é o ambiente que determina o comportamento do indivíduo. Assim, esses pesquisadores têm uma visão oposta da apresentada por Humberto Maturana e Francisco Varela, segundo a qual o ambiente “condiciona” mas não “determina” o que acontece com o ser vivo.

Aplicando-se os princípios do behaviorismo à educação, a ênfase do processo passa a ser sobre o planejamento do ambiente de aprendizagem. A função do professor, portanto, é planejar as situações de aprendizado de forma a maximizar o desempenho do aluno em termos de respostas estereotipadas.

Conforme ressaltam Leite e Silva (2001, p.5), “para os behavioristas, só aprendeu, quem consegue provar que aprendeu, prevendo-se, assim, a heteronomia do aprendiz”. A heteronomia ocorre quando uma pessoa ou um grupo está submetido aos critérios e leis de um outro indivíduo. Nesse caso, não existe autonomia.

Os behavioristas consideram a aprendizagem como transformações ou modificações relativamente permanentes no comportamento, resultantes do desempenho prático de certas tarefas específicas ou da experiência. Estas

transformações ou modificações, por ocorrerem no comportamento, são observáveis e avaliáveis.

A abordagem behaviorista se baseia na transmissão de conteúdo de quem sabe (o professor) para quem não sabe (o aluno). No entanto, ao contrário da abordagem tradicional, que se baseia em uma prática cristalizada ao longo do tempo, o behaviorismo está fundamentado em resultados experimentais.

Segundo os behavioristas, é essencial que se estabeleça o comportamento final esperado, de forma a se planejar o processo de aprendizagem para que os objetivos estabelecidos sejam atingidos.

A utilização dos princípios do behaviorismo na educação gerou os “estudos programados” ou “estudos individualizados”. Este tipo de material didático possui algumas características básicas:

- Os objetivos do curso, em termos de comportamento esperado do aluno, são claramente explicitados.
- Os conteúdos são divididos em unidades pequenas e bem definidas.
- As avaliações são constantes, fornecendo um feedback imediato ao aluno.
- O conteúdo é planejado de forma que o aprendizado ocorra “do simples para o complexo”.

A grande vantagem do behaviorismo foi demonstrar, inequivocamente, a inadequação da abordagem inatista. Os behavioristas demonstraram que qualquer pessoa pode aprender um determinado assunto, desde que o ambiente e as contingências de aprendizagem sejam rigorosamente planejados. Assim, foi demonstrada a importância dos fatores ambientais e sociais no desenvolvimento das pessoas.

No entanto, os behavioristas ignoraram totalmente a interdependência entre o organismo vivo e seu ambiente, conferindo grande poder ao ambiente. De acordo com os behavioristas, o ser humano não pode ser autônomo, uma vez que, seria possível uma manipulação do comportamento tão precisa quanto a física ou a biologia.

O behaviorismo teve, e tem até hoje, uma importância capital na educação de um modo geral. De acordo com RAMOS (1996, p. 45), “das múltiplas escolas psicológicas existentes, pode-se dizer que esta foi a que conformou, de forma mais definitiva, a prática pedagógica do mundo ocidental”.

Com base no exposto pode-se concluir que o behaviorismo possui os seguintes princípios básicos:

- Heteronomia: O indivíduo é subordinado a um poder externo, ou seja, não existe autonomia.
- Auto-didatismo: O material didático é elaborado de forma a privilegiar o estudo individual. Portanto, não existe interação entre os participantes (aluno-aluno ou aluno-professor).
- Reprodução: O aluno não constrói nada de novo. Ele apenas reproduz o conteúdo repassado pelo professor.
- Massificação: O conteúdo não é adaptado às diferenças individuais, sendo o mesmo para todos os alunos. Neste sentido, o material didático é elaborado antes mesmo de se conhecer os alunos.

2.1.3 Construtivismo

O construtivismo representa uma postura epistemológica que compreende o conhecimento como sendo originado da interação do sujeito com o objeto. Assim, o construtivismo não reconhece a predominância do sujeito nem do objeto no processo de conhecimento.

Conforme ressalta Becker (2001, p. 2),

o sujeito age sobre o objeto, assimilando-o: essa ação assimiladora transforma o objeto. O objeto, ao ser assimilado, resiste aos instrumentos de assimilação de que o sujeito dispõe no momento. Por isso, o sujeito reage refazendo esses instrumentos ou construindo novos instrumentos, mais poderosos, com os quais se torna capaz de assimilar, isto é, de transformar objetos cada vez mais complexos.

Nessa mesma direção, Ramos (1996, p.37) afirma que:

se não é o ambiente o único responsável, se o sujeito como corpo, mente e consciência também tem parte ativa no processo de desenvolvimento, então é na interação do sujeito com o ambiente que o desenvolvimento se dá. Este é o entendimento da corrente interacionista que surgiu no início deste século.

Dentre os representantes do construtivismo, podemos destacar a epistemologia genética de Jean Piaget. Embora Piaget não tenha desenvolvido uma teoria de aprendizagem, sua teoria epistemológica de como, quando e porque o conhecimento se constrói obteve grande repercussão na área educacional.

Conforme ressalta Piaget (1996, p.15), o conhecer não consiste em “copiar o real mas em agir sobre ele e transformá-lo (na aparência ou na realidade), de maneira a compreendê-lo em função dos sistemas de transformação aos quais estão ligadas estas ações”.

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

Conforme ressaltam VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, p.176),

Jean Piaget procurou explicar o desenvolvimento da criança, desde um organismo biologicamente imaturo no nascimento para um ser com argumentação abstrata quando adulto. A criança começa apenas com seu sistema sensório-motor e Piaget desejava entender como a inteligência sensório-motora evolui para uma concepção da criança com relação ao mundo externo com objetos permanentes localizados no espaço e no tempo e na concepção da criança de si mesma tanto como um objeto dentre outros objetos como uma mente interna.

A teoria de Jean Piaget, de acordo com Schneider (2001, p.91), “inspira-se fortemente no modelo biológico de trocas entre o organismo e o ambiente e demonstra que quanto mais complexa é a interação entre o ser humano e o meio,

mais inteligente torna-se esse homem, pois o seu comportamento é resultado dessa interação”.

De acordo com a Epistemologia Genética de Jean Piaget, o conhecimento é entendido como um processo de construção, onde o sujeito é o agente de sua própria aprendizagem. Conforme salienta Guerra (2001, p.60), “o processo de aprendizagem é, em um primeiro estágio, pessoal, ou seja, uma experiência em primeira pessoa”.

Piaget, conforme ressalta Catapan (2001, p.68),

desenvolve a teoria da abstração reflexionante na qual desdobra a teoria anterior da equilibração (...) A teoria da abstração reflexionante é considerada na área das teorias de aprendizagem humana uma das mais avançadas e exploradas na pedagogia.

O processo de abstração, para Piaget, deve ser distinguido em dois níveis: o nível da abstração empírica e o nível da abstração reflexionante. Segundo Piaget (1996, p.83),

Existe primeiramente uma abstração que chamaremos de 'empírica' porque retira suas informações dos próprios objetos. Porém, existe uma segunda que é fundamental, porque recobre todos os casos de abstração lógico-matemática: nós a chamaremos de 'abstração reflexionante' porque é retirada não dos objetos, mas das coordenações de ações - operações - portanto, da atividade mental do sujeito.

A abstração empírica, portanto, se apóia nos esquemas anteriores, mas se refere aos dados que lhe são exteriores. E, conforme ressalta Catapan (2001, p.82), a abstração reflexionante

constitui-se em dois aspectos inseparáveis: a) retirar caracteres ou informações dos esquemas já construídos pela abstração empírica e elevá-los a outro patamar (reflexionamento); isto é, projetar em um patamar superior o que é retirado de um inferior; b) reconstruir sobre um novo plano as diferenciações colhidas do patamar anterior, por um processo de coordenação de ações (reflexão), enquanto ato mental na reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que é assim transferido do inferior.

O processo de conhecimento, então, está restrito ao que o sujeito epistêmico pode assimilar da realidade, num determinado momento (BECKER, 1993). Guerra (2001, p.60-61) acrescenta que

O sujeito retira por “abstração” tudo aquilo que seu esquema de assimilação atual possibilita que ele retire. Assim, a abstração fica limitada pelo esquema de assimilação disponível no momento, isto é, o esquema é síntese das experiências anteriores (das abstrações empíricas e reflexionantes passadas). Mas ele pode modificar esse esquema por acomodação. Assim que um esquema de assimilação é percebido como insuficiente para dar conta dos desafios do nível das transformações da realidade, o próprio sujeito produz transformações nos esquemas que não estão funcionando bem. O esquema refeito pode, assim, proceder a novas assimilações ou abstrações de características dos objetos, das ações e das coordenações das ações; isto é, pode proceder a abstrações empíricas ou reflexionantes.

Uma das críticas mais comuns ao trabalho de Jean Piaget é a afirmação de que ele não considerou adequadamente a influência da interação social na aprendizagem humana. No entanto, uma análise atenta de sua obra mostra que em nenhum momento ele nega a importância da interação social no processo de aprendizagem. O que ocorre é que este não era seu objeto de pesquisa, e sim uma das dimensões do complexo fenômeno cognitivo.

Mesmo não sendo seu objeto de pesquisa, Piaget (1996, p.90-91) afirma que os dois tipos de desenvolvimento do pensamento humano, o biológico (ontogenético) e o cognitivo (psicogenético),

integram-se logicamente em um todo organizado, o que é então característico de um desenvolvimento orgânico. Mas é evidente que esta fusão em um único todo, no caso do pensamento humano, dos dois tipos de desenvolvimento é devida ao papel da vida social, que reúne os indivíduos em um único sistema de interações, desde os níveis elementares de seu desenvolvimento.

Uma outra crítica feita ao trabalho de Piaget é formulada por VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997, p.176), os quais afirmam que “Piaget parece nunca ter duvidado da existência de um mundo pré-dado e um ‘conhecedor’ independente com um ponto final lógico pré-dado para o desenvolvimento cognitivo”.

No entanto, esta interpretação não parece adequada, uma vez que o próprio Piaget (1996, p.123) afirma que a “subordinação do organismo ou da inteligência a um mundo pronto e terminado [...] elimina toda atividade construtora”.

Assim, tomando como base o trabalho de Piaget, podemos relacionar como princípios utilizados pela abordagem cognitivista:

- **Autonomia:** Fundamentada na igualdade e na reciprocidade dos parceiros, libertando-se tanto da anomia, própria ao egocentrismo, quanto da heteronomia, própria da coação.
- **Interação:** A comunicação é multidirecional, ocorrendo tanto entre professor e aluno quanto entre os alunos.
- **Construção:** A ênfase não é sobre a reprodução, mas sim na construção de artefatos que sejam significativos para o aluno.
- **Personalização:** O processo de aprendizagem leva em consideração as características específicas de cada aluno. Assim, ao invés de um material didático massificado, existe a construção do conteúdo ao longo do processo.

2.1.4 Metodologia Atuante

A metodologia Atuante surge com o trabalho de VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), na qual a cognição não é entendida como a solução de problemas com base em representações, mas sim como a criação de um mundo a partir de uma história de acoplamento estrutural⁶.

Assim, não há a absorção passiva de um mundo objetivo, pré-existente. Essa também é a proposta de Paulo Freire, conhecida como metodologia problematizadora. Por esse motivo, o trabalho de Paulo Freire, que está em consonância com os princípios da epistemologia Atuante, será utilizado para a definição dos princípios básicos para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem.

Formado em Direito, Paulo Freire não chegou a atuar como advogado, dedicando-se a projetos de alfabetização de adultos. Ainda na década de 50 do século passado, Freire propôs uma abordagem específica para a alfabetização de

⁶ História de mudanças estruturais mútuas, desde que a unidade autopoietica e o meio não se desintegram (MATURANA; VARELA, 1992)

adultos, contrariando a tendência daquela época que era uma simples reposição dos conteúdos transmitidos a crianças e jovens.

As primeiras experiências do método Paulo Freire tiveram início na década de 60 na cidade de Angicos, no Rio Grande do Norte, onde 300 trabalhadores rurais foram alfabetizados. Esse trabalho fez com que ele fosse convidado pelo então presidente João Goulart, em 1964, para apresentar uma proposta para a alfabetização de adultos brasileiros. O golpe militar de 1964 interrompeu o trabalho no início. Em 1967, para resolver o problema do analfabetismo foi criado o Movimento Brasileiro de Alfabetização – MOBRAL. O MOBRAL utilizava uma versão modificada do método Paulo Freire, sem o conteúdo ideológico que era contrário aos princípios militares.

Para Paulo Freire, alfabetizar não é capacidade de desenhar palavras ou sinais, mas sim conscientizar. Nesse sentido, Fiori (*in* FREIRE, 1987, p. 10) afirma que “talvez seja este o sentido mais exato da alfabetização: aprender a escrever sua vida, como autor e como testemunha de sua história, isto é, biografar-se, existenciar-se, historicizar-se”.

Freire propõe uma concepção problematizadora e libertadora da educação, a qual é uma oposição ao que ele chama de “educação bancária”. Na concepção bancária, “a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante” (FREIRE, 1987, p.58).

Nessa visão “bancária” da educação, a tarefa do educador e da educadora é encher os alunos e alunas com conteúdos que são recortes da realidade, retirados do contexto onde ganhariam significação. Nessa concepção, segundo Freire (1987, p.58) “quanto mais vá ‘enchendo’ os recipientes com seus ‘depósitos’, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente ‘encher’, tanto melhores educandos serão”.

Segundo a concepção problematizadora e libertadora da educação, ensinar não é transferir conhecimento, “mas criar as possibilidades para a sua própria produção, a sua construção” (FREIRE, 1997, p. 52). Assim, a educação deve

permitir uma leitura crítica do mundo, reconhecendo os homens e mulheres como históricos e inacabados.

Conforme ressalta Freire (1987, p. 72)

a concepção e a prática 'bancárias', imobilistas, 'fixistas', terminam por desconhecer os homens como seres históricos, enquanto a problematizadora parte exatamente do caráter histórico e da historicidade dos homens. Por isto mesmo é que os reconhece como seres que *estão sendo*, como seres inacabados, inconclusos, *em* e *com* uma realidade que, sendo histórica também, é igualmente inacabada.

Essa compreensão dos homens e mulheres como seres inacabados rompe com a concepção fatalista da educação bancária, a qual entende a realidade com algo fixo, que deve ser apreendida e à qual devemos nos adaptar. Na metodologia problematizadora, o ser humano é visto como capaz de transformar o mundo. Segundo Freire (1987, p.78), "a existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo".

Um aspecto interessante da metodologia problematizadora é que ela considera que a consciência não esta aberta à espera que o mundo lhe penetre, ou seja, ela não deve ser preenchida pelo mundo, mas sim que o mundo está *presente* na consciência. Se não fosse desta forma, o papel do professor seria apenas disciplinar a entrada do mundo na consciência dos educandos, cabendo a estes apenas a imitação passiva. Assim, na metodologia problematizadora, o aluno deve descobrir-se como um construtor do mundo, resgatando sua auto-estima (FREIRE, 1987).

A concepção problematizadora e libertadora, negação da bancária, se fundamenta no diálogo entre o educador ou educadora e o aluno ou aluna. Para Freire, a "dialogicidade" é a essência da educação como prática da liberdade. Esse diálogo é constituído de duas dimensões: ação e reflexão. Essas duas dimensões são tão solidárias que, se houver sacrifício de uma delas, a outra irá se ressentir imediatamente (Figura 3.).

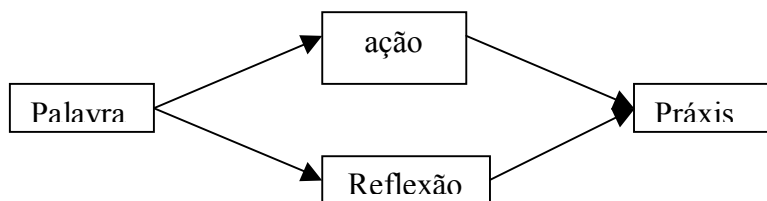


Figura 3 - Dimensões do Diálogo

A Figura 4. mostra que quando a dimensão “ação” é prejudicada, o diálogo se transforma em verbalismo. De acordo com Freire (1987, p.78) “é uma palavra oca, da qual não se pode esperar a denúncia do mundo, pois que não há denúncia verdadeira sem compromisso de transformação, nem este sem ação”. Quando é a dimensão “reflexão” que é a prejudicada, o diálogo se transforma em ativismo. Nesse caso, Freire (1987, p.78) afirma que “este [o ativismo] que é ação pela ação, ao minimizar a reflexão, nega também a práxis verdadeira e impossibilita o diálogo”.

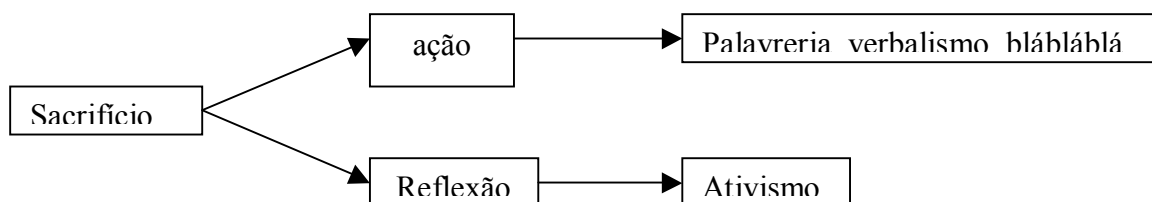


Figura 4 – Conseqüências do Prejuízo das Dimensões do Diálogo

Dessa forma, o diálogo não pode se reduzir ao depósito de idéias de um sujeito no outro nem na simples “troca de idéias”. O diálogo é “um ato de criação e recriação” (FREIRE, 1987, p.79). Para Freire (1987, p.79-82), não pode haver diálogo se não há:

1. Amor: “Sendo fundamento do diálogo, o amor e, também, diálogo (...) Se não amo o mundo, se não amo a vida, se não amo os homens, não me é possível o diálogo”.
2. Humildade: “A pronúncia do mundo, com que os homens o recriam, permanentemente, não pode ser um ato arrogante (...) Como posso

dialogar, se alieno a ignorância, isto é, se a vejo sempre no outro, nunca em mim?”.

3. Fé: “Não há também diálogo, se não há uma intensa fé nos homens. Fé no seu poder de fazer e de refazer. De criar e recriar. Fé na sua vocação de ser mais, que não é privilégio de alguns eleitos, mas direito dos homens”.
4. Esperança: “A esperança está na própria essência da imperfeição dos homens, levando-os a uma eterna busca”.
5. Pensar verdadeiro: “Este é um pensar que percebe a realidade como processo, que a capta em constante devenir e não como algo estático”.

A partir dessas características essenciais ao diálogo, pode-se perceber que o aprendizado é um processo aberto para a imprevisibilidade (“constante devenir”). Assim, o ser humano é condicionado, mas não determinado. A diferença é que um ser condicionado tem consciência de seu inacabamento e sabe que pode ir além. Segundo Freire (1997, p. 59), “essa é a diferença profunda entre o ser condicionado e o ser determinado”.

No entanto, esse “ir além”, o construir e o reconstruir do mundo não se faz “no isolamento, isenta de influência das forças sociais, que não se compreende fora da tensão entre o que herdo geneticamente e o que herdo social, cultural e historicamente” (FREIRE, 1997, p.59).

Outro aspecto fundamental da metodologia problematizadora é a cooperação, sem a qual não há autonomia. De acordo com Fiori (*in* FREIRE, 1987, pg. 15), “ninguém se conscientiza separadamente dos demais... Se o mundo é o mundo das consciências inter-subjetivadas, sua elaboração forçosamente há de ser colaboração. O mundo mediatiza a originária inter-subjetivação das consciências: o auto-reconhecimento plenifica-se no reconhecimento do outro”.

Torna-se importante ressaltar a relação entre autonomia e cooperação, onde autonomia não significa individuação, uma vez que a autonomia somente é obtida através da cooperação.

Com isso, vemos que a proposta de Paulo Freire não pode ser avaliada pela quantidade de temas sobre os quais os educandos são capazes de dissertar, ou pelo tempo em que se consegue encher os alunos com dados sobre a realidade. Conforme ressaltava RAMOS (1996, p.63), “a qualidade do processo educacional para Freire deve medir-se sim pelo potencial, adquirido pelos educandos, de transformação do mundo.”

Desta forma, podemos concluir que a proposta problematizadora de Paulo Freire se baseia em alguns princípios, dentre os quais podemos destacar:

- **Autonomia:** Fundamentada na igualdade e na reciprocidade dos parceiros, libertando-se tanto da anomia própria ao egocentrismo quanto da heteronomia própria da coação.
- **Interação:** A comunicação é multidirecional, ocorrendo tanto entre professor e aluno quanto entre os alunos.
- **Construção:** A ênfase não é sobre a reprodução, mas sim na construção de artefatos que sejam significativos para o aluno.
- **Personalização:** O processo de aprendizagem leva em consideração as características específicas de cada aluno. Assim, ao invés de um material didático massificado, existe a construção do conteúdo ao longo do processo.
- **Cooperação:** O ser humano isolado não chegaria jamais a conhecer, sendo essencial a comunhão entre as pessoas.
- **Constante Devenir:** A realidade não é estática, estando aberta para a imprevisibilidade.

É importante ressaltar que Paulo Freire não entende o observador como independente do mundo. Para ele, se o mundo fosse percebido pelos homens tal como ele é, não havendo na cognição nada mais do que aquilo que fosse ofertado

pelo mundo, as consciências humanas seriam oprimidas pelo mundo e a ele teriam que se conformar. No entanto, a consciência humana é capaz de transformar o mundo e, por isso, há mais no homem do que apenas o que lhe fornece a realidade imediata.

2.2 Resumo das Abordagens Analisadas

A partir da apresentação de algumas teorias de aprendizagem, vimos que as diferentes abordagens diferem entre si em função dos princípios sobre os quais elas se fundamentam. Assim, é fundamental que estes princípios sejam conhecidos claramente, para que não utilizemos abordagem que se baseiem em princípios conflitantes como heteronomia e autonomia.

A abordagem a ser utilizada para o desenvolvimento do ambiente de aprendizagem do presente trabalho será a Atuante. Desta forma, a teoria de aprendizagem que será utilizada para fundamentar o protótipo em termos pedagógicos deve possuir os mesmos princípios.

No Quadro 2 são apresentados os princípios básicos de cada uma das abordagens analisadas anteriormente.

Quadro 2 – Comparação entre os Princípios Básicos das Diferentes Teorias de Aprendizagem

Abordagem	Princípios
Apriorismo	Fatalismo Individualismo Personalização
Empirismo	Heteronomia Auto-didatismo Reprodução Massificação
Construtivismo	Autonomia Interação Construção Personalização
Atuante	Autonomia Interação Construção Cooperação Personalização Constante Devenir

Como pode ser visto, a metodologia problematizadora proposta por Paulo Freire (epistemologia Atuante) possui todos os princípios compatíveis com aqueles propostos pela abordagem Atuante. A proposta de Jean Piaget também se fundamenta, de maneira geral, nos mesmos princípios. No entanto, a metodologia problematizadora de Paulo Freire é mais explícita ao tratar da cooperação e da abertura para a imprevisibilidade, princípios essenciais para o desenvolvimento do ambiente proposto. Por este motivo, é que utilizaremos a metodologia problematizadora de Paulo Freire para fundamentar pedagogicamente o *Ambiente Aprendiz*.

CAPÍTULO III - CONSTRUINDO UMA PROPOSTA

A tecnologia pode ser utilizada tanto como ferramenta para o "repasso de conteúdos padronizados", ou seja, uma "educação bancária" no sentido dado por Paulo Freire, quanto como mediadora de um processo de "questionamento reconstrutivo" entre os aprendentes, conforme a proposta problematizadora de Paulo Freire. O que diferencia estas duas abordagens não é a tecnologia em si, mas sim os paradigmas educacional e científico a partir dos quais a tecnologia é desenvolvida e utilizada. De acordo com Levin (1995, p.1), "em muitas aplicações da tecnologia de informação e comunicação na educação, não existe uma estrutura conceitual que sirva de base para tal aplicação."

Neste sentido, o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem deve estar, necessariamente, fundamentado em princípios explicitamente definidos. Estes princípios devem ser extraídos da teoria de aprendizagem a ser utilizada que, por sua vez está fundamentada em um paradigma científico. Assim, em última análise, os princípios que fundamentam o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem são desencadeados pelo paradigma científico utilizado.

Conforme ressaltado anteriormente, o presente trabalho está fundamentado na Abordagem Atual das Ciências Cognitivas, proposta por VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997), e na Metodologia problematizadora proposta por Paulo Freire.

Os princípios a serem utilizados no desenvolvimento do ambiente Aprendiz, portanto, são gerados a partir destas abordagens. Antes de se identificar os princípios que fundamentarão o desenvolvimento do ambiente Aprendiz, no entanto, torna-se importante analisar a metodologia de utilização desse ambiente de aprendizagem por parte dos aprendentes.

1. APRENDIZADO DISTRIBUÍDO

Em geral, a ênfase do uso da tecnologia na educação é a qualidade do aprendizado enquanto o aluno está utilizando a tecnologia, ou seja, as facilidades oferecidas pelas ferramentas na solução de problemas, comunicação com outros alunos e alunas, apresentação de uma idéia etc.

No entanto, o que realmente importa são os efeitos gerados a partir do uso da tecnologia, ou seja, o aprendizado significativo. Assim, o interesse passa a ser, contribuir para o desenvolvimento da capacidade de "questionamento reconstrutivo" do aluno, mesmo quando ele não estiver utilizando a tecnologia.

Para isso, a tecnologia não pode ser tratada como um fim em si mesma, mas sim como mediadora da interação entre os aprendentes no processo de construção do conhecimento. Com isso surge o Quadrilátero da Aprendizagem Mediada pela Tecnologia, apresentado na Figura 5.

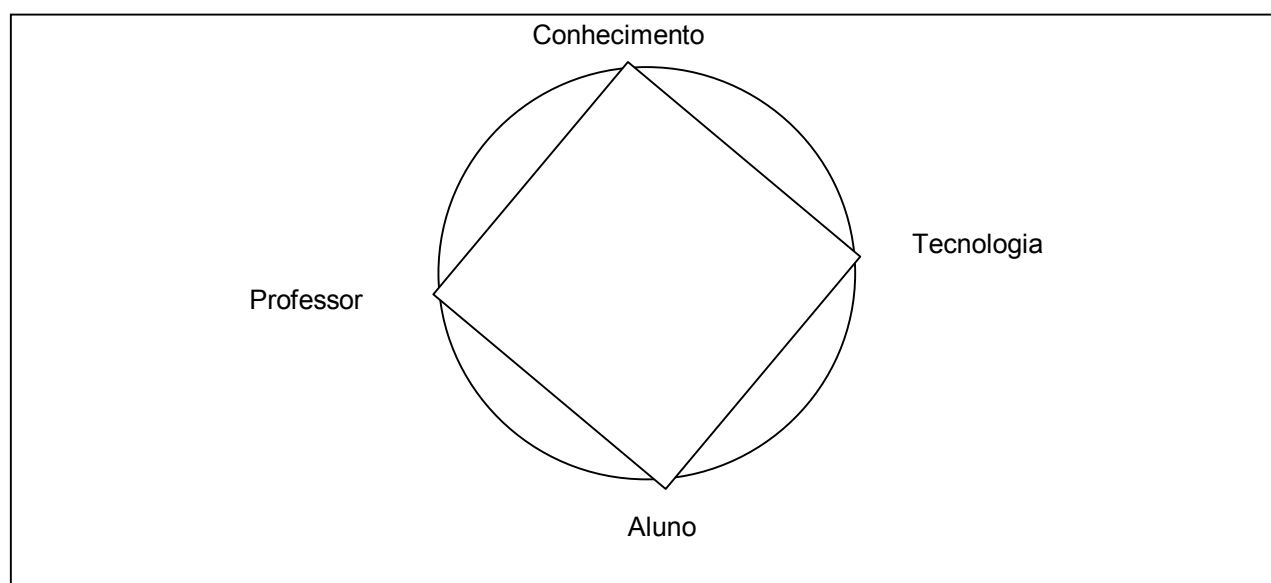


Figura 5 – Quadrilátero da Aprendizagem Mediada pela Tecnologia

A primeira consequência óbvia do apresentado na Figura 5 é a descentralização do processo de aprendizagem. Assim, nenhum dos elementos do quadrilátero é o centro do processo, ou seja, o conhecimento é construído a partir da interação entre eles.

O círculo presente na Figura 5 indica que as relações entre os elementos do quadrilátero não devem ser entendidas como sendo estáticas, mas sim como uma rede de interações dinâmicas, cujo resultado é a transformação de cada um dos elementos do quadrilátero em função destas interações.

A partir destas interações dinâmicas, os aprendentes (professor e a professora, o aluno e a aluna) e a tecnologia co-evoluem para um novo nível de conhecimento. Este processo de co-evolução pode ser expresso por uma espiral, onde cada novo nível é resultado das interações entre os elementos do quadrilátero no nível anterior. A Figura 6. ilustra esta co-evolução.

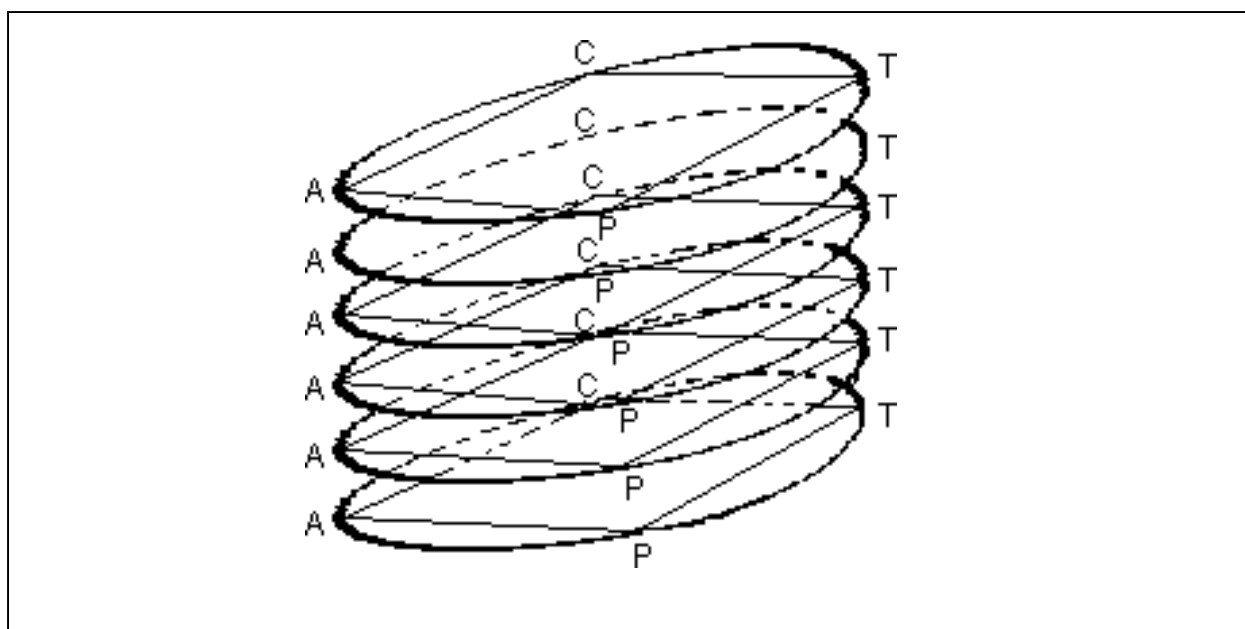


Figura 6 – Co-evolução entre os elementos do “Quadrilátero da Aprendizagem Mediada pelo Tecnologia”.

Quando esta co-evolução ocorre em rede (utilizando redes de comunicação, por exemplo), observa-se que o processo não é centralizado, uma vez que o conhecimento é construído a partir da contribuição de cada elemento da rede. Assim, cada elemento da rede (aprendente) é autor e usuário do conhecimento que está sendo criado. A rede formada, portanto, não possui um centro único, uma vez que cada elemento é, segundo seu próprio ponto de vista, o centro de toda a rede.

Dentro deste contexto, deixa de existir o "repasso de conteúdo" e passa a ocorrer o aprendizado significativo. Assim, cada aprendiz constrói seu conhecimento a partir da interação com outros aprendizes, mediados pela tecnologia. Este processo é denominado "Aprendizado Distribuído" (DEDE, 1996, pg. 2).

Torna-se importante ressaltar que a característica principal do Aprendizado Distribuído não é a distância física entre os participantes, mas sim o alto grau de autonomia de cada elemento da rede. Com isso, o aprendizado distribuído pode ser implementado tanto na modalidade presencial quanto a distância.

Em princípio, o aprendizado distribuído pode ser implementado com ou sem o uso da tecnologia. No entanto, as tecnologias ligadas à informática (software e redes de comunicação) permitem explorar todas as potencialidades desta abordagem.

Com base neste contexto, na Abordagem Atual (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997) e empregando a metodologia Problematizadora de Paulo Freire, tem-se a base necessária para a definição dos princípios que irão fundamentar o desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*. Um ambiente de aprendizagem, fundamentado nas teorias apresentadas, deve se fundamentar em 4 princípios básicos: interação, construção, cooperação e extensibilidade.

1.1 Interação

O conceito de interação está relacionado a uma comunicação bidirecional entre o ambiente de aprendizagem e o aprendiz, ou seja o ambiente não só reage a uma ação (reatividade), mas interage com o aprendiz, dependendo do histórico de interação, do contexto atual e da ação realizada .

Muitas vezes, quando se trata de ambientes de aprendizagem, o termo **interação** é tratado como sendo sinônimo de interatividade. No entanto, é importante ressaltar que eles possuem significados semelhantes, mas estão em

diferentes dimensões. O termo interatividade surgiu com os primeiros programas de computador, de forma a diferenciar esses das mídias não interativas, como a televisão. Nesse sentido, interatividade significava a possibilidade de escolher o conteúdo a ser visto, o que não ocorria na televisão, no rádio etc.

Com o aumento da complexidade dos softwares, foi necessário diferenciar entre uma “interatividade básica” (onde o usuário apenas escolhia a seqüência e o grau de detalhes de um conteúdo padronizado) e uma “interatividade complexa” (onde havia uma comunicação bi-direcional entre o software e o usuário, de forma que o conteúdo do ambiente depende da situação, do contexto do aprendizado e das necessidades individuais).

Nesse sentido, Catapan (2001, p.23) ressalta que

Enquanto o conceito de interatividade designa uma interface entre um indivíduo e uma informação informatizada, entre um indivíduo e outro mediados pela tecnologia, o conceito de interação especificamente na área de epistemologia designa a relação sujeito/objeto que se estabelece numa multiplicidade de ações e coordenação de ações no processo de conhecimento.

Bruillard e Vivet (*apud* GUERRA, 2001, p.37) ampliam o conceito de interatividade, que passa a significar a associação de “recursos informatizados aos não informatizados nas relações aluno/aluno, aluno/professor e professor/professor”. No entanto, Guerra (2001, p.37) afirma que

No nosso entendimento, se faz necessário avançar para o conceito de **interação** que pressupõe a criação, ou seja colocar o aprendiz na ação e posição de agente e autor. A interatividade consiste na manipulação de todos os recursos disponíveis dentro de uma modelagem, ou seja, tudo aquilo que é fornecido pela máquina e colocado à disposição do aprendiz, enquanto a interação pressupõe a intervenção do aprendiz como autor, ou seja, permite a autonomia do aprendente.

No princípio epistêmico, a interação significa a reestruturação, a resignificação da idéia, da estrutura mental, que ocorre na relação entre o sujeito que conhece e o objeto a ser conhecido, seja no mundo físico, social ou ontológico. A interação ocorre na dimensão da imanência, uma vez que é potencial, atendendo ao movimento “de vir”.

A interatividade compreende as ações explicitadas, objetivadas, dadas. Nesse sentido, interatividade é conceito; é ato; é feito. Com isso, vemos que a interação compreende o “de vir”, enquanto que a interatividade compreende a reatividade, a habilidade, o feito, o operacionalizado, estando aprisionada aos limites da interface.

1.2 Construção do Conhecimento

Como vimos anteriormente, o aprendizado não é uma repetição mecânica do conteúdo recebido passivamente. Nas palavras de Freire (1997, p.77) “a memorização mecânica do perfil do objeto não é aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo. Neste caso, o aprendiz funciona muito mais como paciente da transferência do objeto ou participa de sua reconstrução”.

As pessoas aprendem quando estão engajadas na construção de artefatos que tenham algum significado para elas. Conforme ressalta Resnick (1994, p.4), “uma das melhores maneiras para se obter uma compreensão profunda de alguma coisa é criá-la, elaborá-la, construí-la”. Essa afirmação é reforçada pela frase do físico Richard Feynman (*apud* RESNICK, 1994, p.4): “O que eu não posso criar, eu não compreendo”.

No desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem, é essencial que se possibilite que os aprendentes, sejam autores de seu próprio aprendizado. Assim, ao invés de serem apenas leitores passivos de um conteúdo já preparado, os aprendentes passam a criar seu próprio conteúdo.

Nesse caso, elimina-se a distinção entre “autor” e “leitor”, uma vez que todos são, ao mesmo tempo, autores e leitores de seus próprios trabalhos e autores e leitores do trabalho dos outros. Assim, ao invés de leitores e autores, temos “participantes” efetivos do processo de aprendizagem: aprendentes. Adicionalmente, elimina-se também a distinção entre “produção do material didático” e “consumo”, pois todos os momentos são de produção e consumo (RAMOS, 1996).

Sendo autor de seu próprio trabalho, o aprendente passa a ser o controlador de seu processo de aprendizagem. Quando o aprendente tem o controle sobre seu aprendizado ele adquire maior interesse, maior confiança, maior auto-estima e obtém melhores resultados (MCLOUGHLIN; OLIVER, 1998).

Esta descentralização do processo de aprendizagem faz com que o aprendizado ocorra a partir de um interesse específico do aluno. Isto, de acordo com RAMOS (1996, p.11) "pressupõe um respeito efetivo à individualidade do aluno, pressupõe também a inserção do processo de aprendizado na realidade e no contexto da vida dos aprendizes". Desta forma, conforme salienta Paulo Freire (1987, p.68) "não é mais o educador sempre o que educa e o educando que é educado. Agora não há mais um educador do educando, não há mais um educando do educador, há sim um educador-educando junto com um educando-educador."

Com isso, vemos que um ambiente de aprendizagem deve ser uma atividade criadora, ou conforme Freire (1997, p.77) "aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar". Para que essa construção e reconstrução seja possível, o ambiente de aprendizagem precisa possuir "ferramentas à disposição do aprendente para ajudar no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas superiores, desenvolvendo sua autonomia para acessar, armazenar, manipular e analisar informações, possibilitando que gastem mais tempo refletindo e compreendendo suas experiências de aprendizagem" (HEIDE; STILBORNE, 2000, p.23).

1.3 Cooperação

Com base no trabalho de Paulo Freire, abordado no capítulo anterior, observa-se que não há autonomia sem cooperação e não há cooperação sem autonomia. A construção do conhecimento exige a cooperação entre os atores participantes. Neste sentido, um ambiente de aprendizagem deve ter como um de seus princípios básicos a cooperação (co-operação, operação com).

A grande evolução das redes de comunicação, ocorrida nos últimos anos, tem permitido o acesso a uma grande quantidade de informações, além de facilitar o contato entre as pessoas. Isto torna possível, conforme ressalta Guerra (2001, p.75)

a construção de uma 'comunidade de aprendizagem' pelos/pelas aprendentes, respeitando-se, no entanto as afinidades e as diferenças individuais entre eles, na organização de projetos cooperativos individuais e coletivos, pressuposto básico para a construção da autonomia individual e coletiva como resultantes do processo de aprendizagem desenvolvido ao longo das experiências de aprendizagem vivenciadas pelos aprendentes, e capazes de estimular a independência de cada um na resolução de problemas de seu cotidiano.

Com isso é possível a criação de comunidades de construção do conhecimento, na qual pessoas ao redor do mundo colaboram no desenvolvimento de projetos e aprendem umas com as outras (NEGROPONTE; RESNICK; CASSEL, 1999, p.1)

Em termos educacionais, a cooperação mediada pela tecnologia (redes de comunicação) permite uma participação mais ativa e consciente dos aprendentes durante o processo de construção de conhecimento (HARTLEY, 1999).

As definições de aprendizado cooperativo não são muito precisas, mas podem ser identificados alguns objetivos básicos:

- Compartilhar os projetos realizados;
- Utilizar diferentes conhecimentos, experiências e pontos de vista;
- Criar ou consolidar uma "Comunidade do Conhecimento";
- Ênfase no processo de construção de conhecimento.

É importante distinguir entre cooperar e colaborar, uma vez que diferentes autores possuem interpretações diferenciadas quanto a estes dois termos. De acordo com o Dicionário Prático da Língua Portuguesa (MELHORAMENTOS, 1995, pg. 196), *colaborar* significa "Trabalhar na mesma obra...Concorrer para a realização de qualquer coisa", enquanto *cooperar* é definido como "Operar simultaneamente; trabalhar em comum; auxiliar, ajudar".

Com isso, observa-se que o termo colaboração enfatiza o produto final, ou seja, o processo de colaboração é apenas uma junção dos trabalhos individuais sem se preocupar com o processo de construção dos produtos individuais. A cooperação, por outro lado enfatiza tanto o processo de construção quanto o produto final ("*operar simultaneamente*"), indicando um comprometimento maior entre os participantes do processo.

Nesse sentido, um ambiente de aprendizagem deve permitir tanto a colaboração quanto a cooperação. No entanto, como esta engloba aquela, considerar-se-á a cooperação como um dos princípios fundamentais de um ambiente de aprendizagem.

De acordo com Freire (1987, p.69), "ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo".

O ambiente de aprendizagem deve, então, permitir a criação de "Comunidades do Conhecimento", nas quais a cooperação entre as pessoas seja mediada pela tecnologia. Esta cooperação, conforme Resnick (1994, p.3), pode ser classificadas em 3 categorias:

- **Discutir:** É a forma mais básica de uso das redes para a construção do conhecimento. Neste caso, os aprendentes discutem idéias, dicas e estratégias sobre o projeto em construção;
- **Compartilhar:** Os aprendentes podem testar, ou mesmo copiar e reutilizar partes da construção de outros alunos;
- **Cooperar:** Os aprendentes trabalham ao mesmo tempo ("tempo real") na construção de um dado projeto.

Estas três categorias não são mutuamente exclusivas, ou seja, o uso de uma categoria não impede o uso das outras. Na verdade, ao longo do desenvolvimento de um projeto, os aprendentes podem fazer uso dos três tipos de cooperação mencionados.

Em termos operacionais, estas três categorias podem ser implementadas de duas formas:

- "on-line": Os aprendentes trabalham ao mesmo tempo, em um mesmo projeto. É o que ocorre, por exemplo, em uma sessão de *chat*, onde dois ou mais aprendentes discutem sobre um determinado assunto.
- "off-line": Os aprendentes trabalham em tempos diferentes sobre um dado produto, idéia ou sugestão. Como exemplo, tem-se o envio de e-mail de um aprendente para outro, onde a redação e a leitura ocorrem em instantes diferentes.

Rausch (1997, p.7) apresenta dados que mostram que os alunos menos experientes preferem a cooperação em tempo real ("on-line"), o que ele denomina "comunicação direta". A "comunicação indireta" ("off-line") é preferida pelos alunos mais experientes, conforme mostra a Figura 7. De acordo com a Figura 7, a comunicação indireta ("off-line") substitui a comunicação direta ("on-line") conforme o aluno se torna mais experiente.

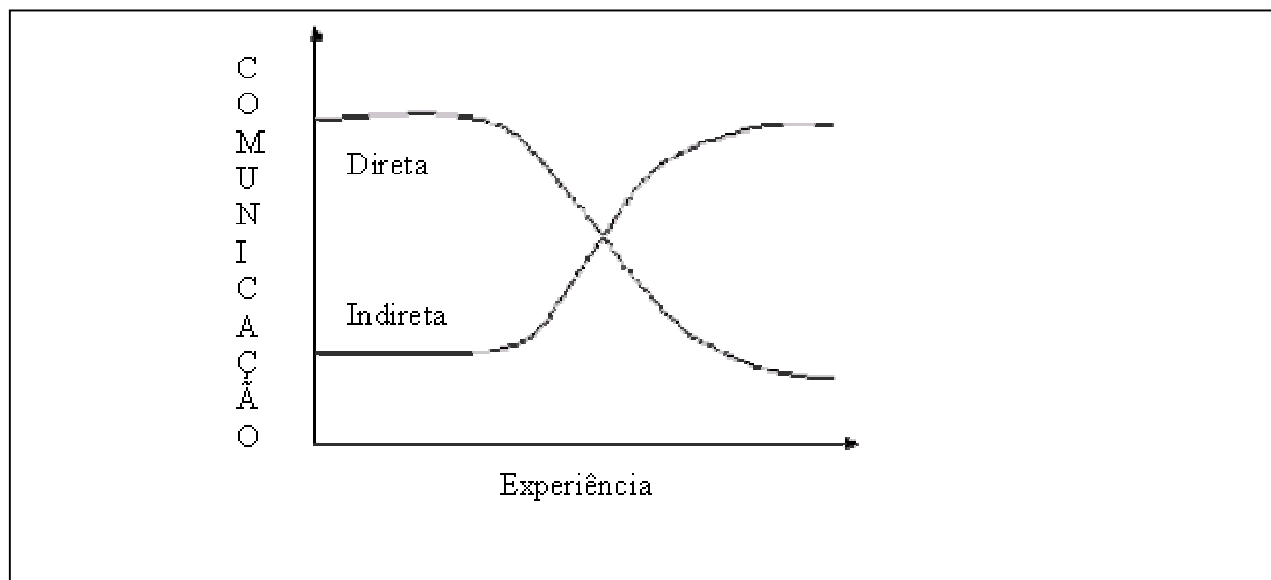


Figura 7 – Relação entre experiência do aluno e o uso da comunicação direta e indireta

Fonte: RAUSCH, Martin F. **The agent repository**: supporting collaborative contextualized learning. Colorado: 1997. Dissertação (Master in Computer Science), University of Colorado.

Como as salas de aula geralmente possuem alunos com diferentes experiências e estilos de aprendizagem, um ambiente de aprendizagem deve permitir tanto a comunicação direta quanto a indireta.

As vantagens associadas ao "Aprendizado Cooperativo" têm sido enfatizadas por diversos autores ((SALOMON, 1995), (PERRONE; CLARK; REPENNING, 1998), (RESNICK, 1994) dentre outros). Neste sentido, Dede (1996) aponta três vantagens associadas à criação de "Comunidades do Conhecimento", a saber:

- Capital Social: É formada uma rede de contatos úteis e complementares.
- Capital de Conhecimento: Forma-se um "Cérebro Distribuído" com respostas imediatas às dúvidas dos alunos.
- Comunhão: Apoio psicológico de pessoas que compartilham interesses e desafios comuns.

1.4 Extensibilidade

De acordo com a Abordagem Atual (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1997), o processo de aprendizagem não é uma repetição mecânica, mas sim um processo aberto para a imprevisibilidade. Neste mesmo sentido, Freire (1987) defende que o homem deve transcender e transformar o mundo.

Assim, um ambiente de aprendizagem que se fundamente nas abordagens propostas por Paulo Freire e VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997) deve, necessariamente, ser um ambiente que possa sofrer alterações, correções, evoluções, de modo a se adaptar às mudanças dos aprendentes. Para isso, o ambiente deve ser "extensível".

A extensibilidade é a capacidade que um ambiente de aprendizagem tem em permitir sua alteração e/ou ampliação, em função de mudanças no ambiente do aprendente. Conforme ressalta Dawson (2000, p. 3), "um software extensível é fácil de 'ampliar'", através da inclusão de novas funções

Neste ponto, é importante estabelecer a diferença entre "adaptável" e "extensível". Segundo Eklund e Brusilovsky (1998, pg. 9), um ambiente de aprendizagem adaptável deve possuir as seguintes características:

- Ser baseado em hipertexto (ou hiperímídia), tendo um "modelo do usuário", o qual grava algumas características individuais do aluno;
- Ter um modelo de domínio, o qual é um conjunto de relações entre os elementos do conhecimento no espaço de informação;
- Ser capaz de modificar algumas partes do sistema, em função de informações contidas no "modelo do usuário".

O princípio básico subjacente a um ambiente de aprendizagem adaptável é a "previsibilidade", ou seja, as alterações possíveis de serem realizadas durante a utilização do software, são previstas durante o seu desenvolvimento. Assim, as alterações possíveis são limitadas pela criatividade e experiência da equipe de desenvolvimento. Além disso, o agente da mudança é o próprio software, tomando como base o "modelo do usuário". Com isso, o processo de aprendizagem é controlado pelo software, o qual decide quais mudanças devem ser feitas.

Em um ambiente de aprendizagem extensível, como é o *Ambiente Aprendiz*, o controle da alteração está nas mãos dos aprendentes, os quais decidem quais mudanças serão realizadas de forma a adequar o ambiente à sua nova realidade.

Esta é uma concepção bastante diferente, onde o ambiente é entendido como uma "extensão" do aprendente e não um substituto dele, conforme mostra a Figura 8. Isto não implica em uma "passividade" do *Ambiente Aprendiz*, mas sim que a decisão é feita pelo participante e a partir desta decisão é que ocorrerá a interação.

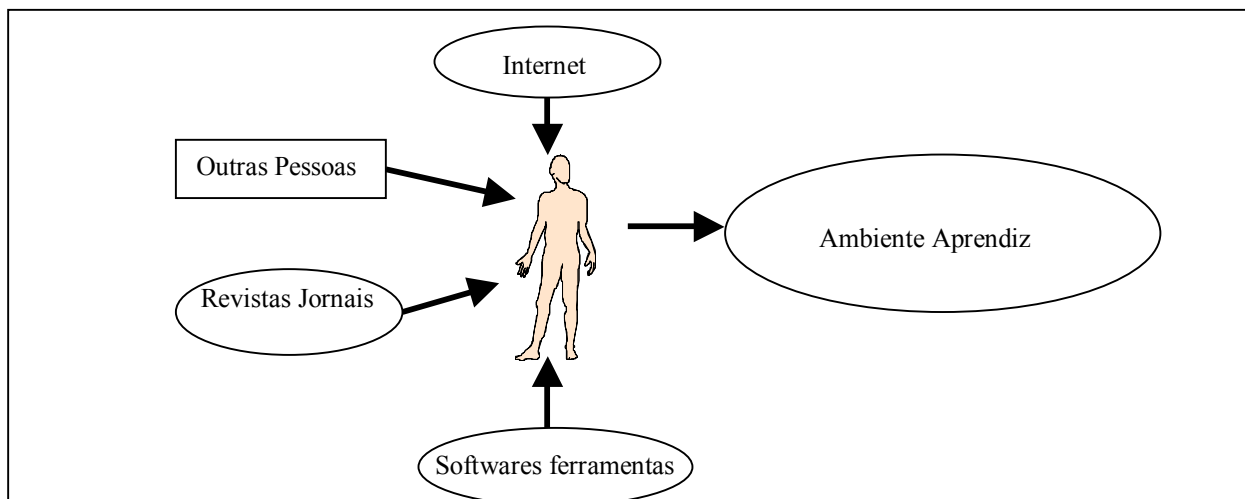


Figura 8 – Ambiente de Aprendizagem Extensível - Participante Define Mudanças

De maneira geral, as decisões de modificação que o participante pode fazer no *Ambiente Aprendiz*, de acordo com a Figura 8, podem ser classificadas em três tipos (Figura 9.):

- Conteúdo: O aprendente cria ou altera o conteúdo (conhecimento) existente no software ou criado por outro aprendente.
- Interface: O aprendente altera sua área de trabalho (posicionamento de menus, cores do sistema, botões, atalhos etc) de forma a adequá-la às suas preferências pessoais;
- Ferramentas: Conforme o aprendente interage com os outros aprendentes e com o ambiente de aprendizagem, ele atinge um novo nível de conhecimento e experiência. Isto pode fazer com que ele necessite de novas ferramentas, não fornecidas no ambiente original. Além disso, a tecnologia evolui muito rapidamente, o que pode tornar o ambiente rapidamente desatualizado ou mesmo obsoleto. Assim, um ambiente de aprendizagem deve permitir a inclusão de novas ferramentas, mesmo que elas não tenham sido previstas durante o projeto do software.

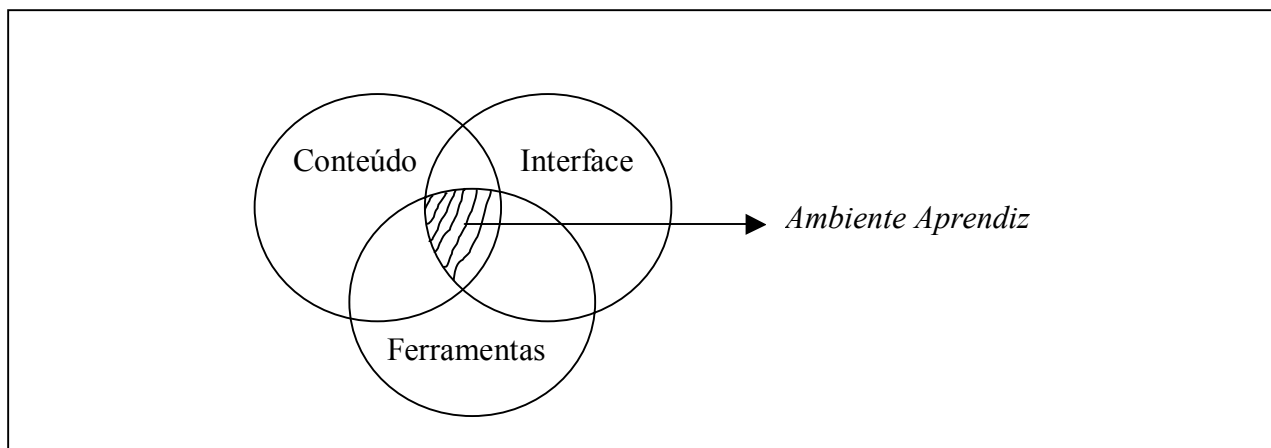


Figura 9 – Mudanças possíveis em um Ambiente Extensível

Assim, a extensibilidade permite manter a atualidade do *Ambiente Aprendiz*, mesmo em um contexto de grandes mudanças. A extensibilidade de um ambiente de aprendizagem, no entanto, não deve ser encarada dicotomicamente (extensível ou não extensível), mas sim com um contínuo variando de um baixo grau de extensibilidade até um ambiente altamente extensível, conforme mostrado na Figura 10.

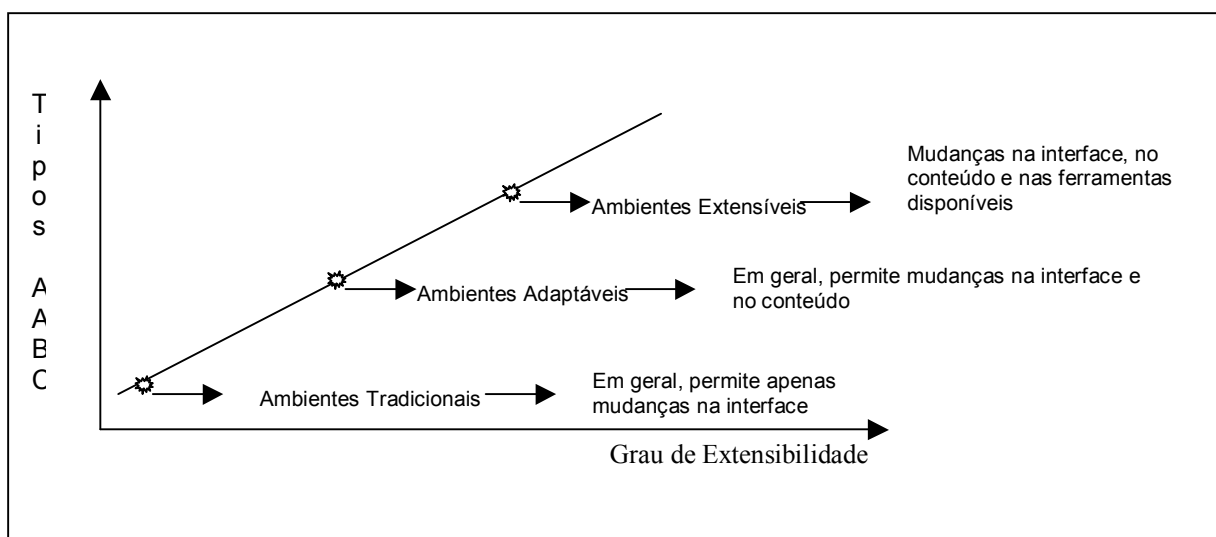


Figura 10 – Tipos de Ambientes e Grau de Extensibilidade

Assim, um ambiente extensível, como é o caso do *Ambiente Aprendiz*, co-evolui com os participantes, ou seja, a cada conjunto de interações tanto o ambiente quanto os participantes evoluem para um nível diferente do anterior.

As vantagens associadas a um alto grau de extensibilidade podem ser resumidas em:

- Menor Tempo de Desenvolvimento: Em função da facilidade de se incluir novas ferramentas, basta desenvolver um ambiente básico ao qual serão adicionadas novas ferramentas, de acordo com o interesse do aprendente.
- Agilidade: Outras empresas, ou mesmo o próprio aprendente, podem desenvolver ferramentas para o ambiente, evitando a dependência exclusiva da criatividade e agilidade da empresa que desenvolveu o ambiente original;
- Atualidade: Com a possibilidade de uma rede de desenvolvedores, o ambiente poderá ter disponível as ferramentas mais modernas;
- Personalização: Os ambientes de cada aprendente serão diferentes entre si (uma vez que as necessidades e preferências de cada um é diferente) e da versão original. Isto pode significar uma redução no custo do ambiente de aprendizagem, pois, o participante possuirá apenas as ferramentas que atendam suas necessidades (não existirão ferramentas desnecessárias).

Com base no exposto no presente capítulo, um ambiente de aprendizagem deve estar fundamentado nos princípios apresentados, a saber: interação, construção, cooperação e extensibilidade (Figura 11.).

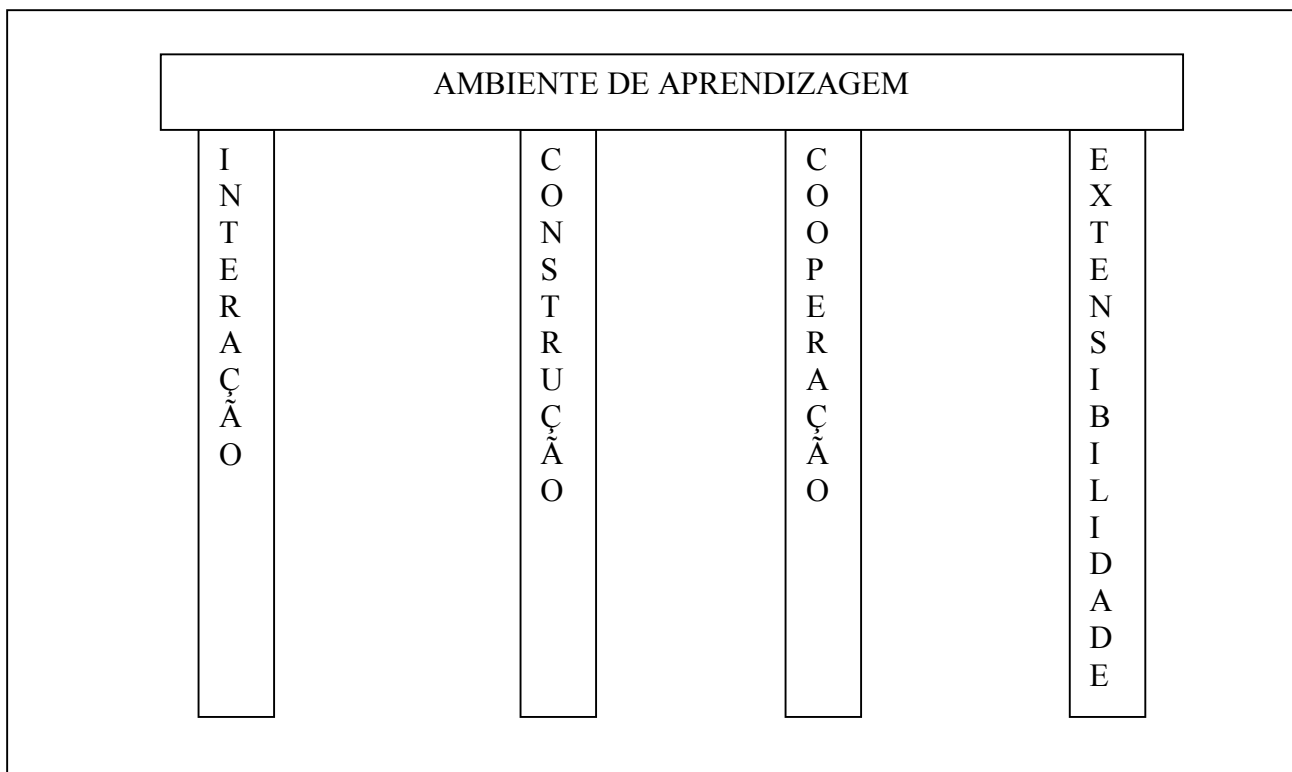


Figura 11 – Princípios Básicos do Ambiente Aprendiz

Estes princípios, gerados a partir da Abordagem Atuar e da Metodologia Problematizadora, determinarão as características (funções) mínimas que um ambiente de aprendizagem deve possuir. Assim, estes princípios serão utilizados para fundamentar todo o processo de desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*.

CAPÍTULO IV – AMBIENTE APRENDIZ

1. AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO: MACROMEDIA DIRECTOR 8.0

A definição do ambiente de desenvolvimento a ser utilizado é uma questão crucial, uma vez que este deve ser capaz de implementar os princípios e a metodologia que fundamentam o desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*.

Para facilitar o processo de decisão, foram definidas as características mínimas que o ambiente de desenvolvimento deve possuir. Estas características são as seguintes:

- Permitir o desenvolvimento em plataformas diferentes (Mac e PC).
- Possibilitar a leitura e gravação de arquivos em disco e na Internet.
- Ser estável e confiável, estando no mercado há muitos anos e com uma grande base de aprendentes.
- Possuir grande versatilidade para fornecer soluções em diferentes situações como utilização de vídeo, ambientes 3D etc.
- Possuir uma linguagem de programação.
- Flexibilidade para ampliar e melhorar suas funções, a partir de extensões desenvolvidas por terceiros.
- Facilidade para se comunicar com outros ambientes.
- A linguagem de programação deve suportar a orientação a objetos.
- Permitir a geração de um arquivo “executável”, de forma que o aprendente final não necessite possuir o ambiente de desenvolvimento.
- Permitir alterações dinâmicas, ou seja, realizadas durante a utilização do software desenvolvido (neste caso o ambiente Aprendiz).
- Facilidade e rapidez na aprendizagem da utilização de seus recursos, de forma que aprendentes com poucos conhecimentos em informática possam utilizá-lo para o desenvolvimento de extensões ao ambiente Aprendiz.

- Permitir o desenvolvimento de aplicações múlti-usuários, onde diversos aprendentes possam cooperar *on-line*.

Os navegadores Internet Explorer e o Netscape foram considerados como possíveis ambientes de desenvolvimento, pois são amplamente conhecidos e utilizados, embora não atendam todas as características mínimas estabelecidas,

No entanto, estes ambientes estão fundamentados no princípio da centralização, no qual os “aprendentes” são receptores passivos de conteúdos pré-elaborados. Esta característica está presente em muitos dos “Ambientes de Educação a Distância” existentes atualmente, nos quais os “aprendentes” acessam um site com o conteúdo a ser assimilado. Em seguida, de maneira geral, esse conteúdo deve ser reproduzido através de testes de múltipla-escolha.

O ambiente de desenvolvimento baseado na linguagem Java também foi considerado. No entanto, sua complexidade dificulta o aprendizado por parte de aprendentes leigos. Adicionalmente, a utilização da linguagem Java era recente na época de início do desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz* (1999), necessitando de alguns anos para se tornar estável e confiável. Em função destes motivos, a linguagem Java também foi descartada como base para o ambiente de desenvolvimento.

O ambiente desenvolvido pela Macromedia, Director 8.0, foi o único que atendeu todas as características mínimas descritas anteriormente. Por este motivo, o Macromedia Director 8.0 será utilizado como ambiente de desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*.

1.1 Macromedia Director 8.0: Características Básicas

O Director 8.0 utiliza como metáfora o desenvolvimento de um filme ou peça de teatro. Isto facilita o aprendizado por parte de aprendentes com pouca experiência em informática, uma vez que o processo de desenvolvimento de um filme ou peça de teatro é transparente para a grande maioria das pessoas.

Em termos gerais, pode-se afirmar que o *Director* é constituído de duas partes interdependentes: o *Score* e a linguagem *Lingo*. O *Score* representa a parte que pode ser utilizada por aprendentes com pouca experiência em informática para o desenvolvimento de aplicações simples. A linguagem *Lingo* é utilizada por aprendentes mais experientes e permite o desenvolvimento de aplicações complexas (JULIUS, 1996).

Independente do nível de experiência do aprendente, ele irá interagir com alguns elementos básicos do *Director 8.0*. Estes elementos são os seguintes (BIZZOTTO, 2000):

- *Stage* (palco): É o local onde são colocados os elementos que irão compor o aplicativo a ser desenvolvido. A metáfora do *Director 8.0* se materializa no *Stage*, uma vez que é nele que o projeto desenvolvido aparece.
- *Cast Members*: São os “atores” utilizados em uma aplicação desenvolvida com o *Director 8.0*. Qualquer elemento utilizado no desenvolvimento de um aplicativo (som, imagem, texto etc.) é considerado um *Cast Member*. Os *Cast Members* estão reunidos em uma janela chamada de *Cast*. Assim, o *Cast* contém todos os *Cast Members* de um dado projeto. Adicionalmente, um mesmo aplicativo (chamado de “filme” no *Director*) pode conter diversos *Casts*.
- *Sprite*: Quando um *Cast Member* é posicionado no *Stage*, ele se transforma em um *Sprite*. Assim, cada elemento visível ao aprendente final (botões, imagens etc.) ocupa um ou mais *Sprites*.
- *Behaviors*: São scripts (comportamentos) que podem ser associados aos sprites, de forma que eles possam realizar uma dada tarefa.

O que torna o *Director 8.0* um ambiente versátil e flexível é a linguagem *Lingo*. Através dessa linguagem é possível inserir interatividade nos aplicativos desenvolvidos, o que seria impossível apenas através do *Score* (SMALL, 1996).

Através do *Lingo* é possível o desenvolvimento de softwares orientados a objetos. No entanto, os termos utilizados pelo *Director* são um pouco diferentes

daqueles geralmente utilizados por outras linguagens de programação, como o C++. No Quadro 3 são apresentados os termos utilizados no Lingo e os termos geralmente utilizados na orientação a objetos (ROSENZWEIG, 2000).

Quadro 3 – Correlação entre os Termos do Director e os da Orientação a Objetos

Orientação a Objetos	Lingo
Classe Base	Ancestor Script
Classe	Parent Script
Variável de Instância	Property Variable
Instância de Classe	Child Object
Método	Método

2. – DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE APRENDIZ

De acordo como princípio da extensibilidade, o *Ambiente Aprendiz* não pode ser um produto "completo e acabado", ou seja, ele deverá co-evoluir com alunos e professores como resultado da interação entre eles. Isto está de acordo com a proposta de se utilizar o *Ambiente Aprendiz* como mediador da interação entre alunos e professores.

Esta co-evolução só é possível se o ambiente trazer embutido em sua estrutura a possibilidade de mudança. Para isto, o aprendente deve poder criar novas ferramentas, módulos, objetos etc., através do envio de instruções e mensagens para o ambiente. Estas instruções e mensagens são enviadas para um objeto chamado "*portal*" (SMALL, 1999), conforme mostrado na Figura 12.

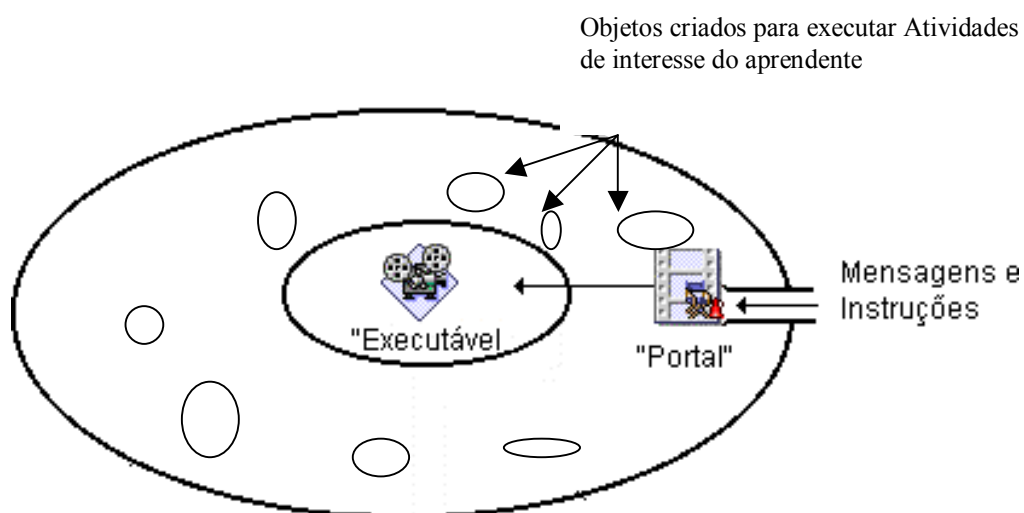


Figura 12 – Alteração do Ambiente Aprendiz Através do Envio De Mensagens e Instruções

FONTE: Adaptado de SMALL, Peter. **Magial A-Life Avatars: a new paradigm for the Internet.** London: Manning, 1999.

A função do "portal", Figura 14, é servir tanto como porta de entrada quanto como "tradutor" das mensagens e instruções enviadas pelo aprendentes. Estas mensagens traduzidas são enviadas para o "projeto", o qual, então, cria os objetos necessários à execução das atividades requeridas pelo aprendente. O "projeto" é o código que permite ao *Ambiente Aprendiz* ser utilizado fora do ambiente no qual foi desenvolvido. Uma vez concluído o projeto, gera-se o executável para que o aplicativo criado possa ser utilizado, independente do aprendente ter ou não uma cópia do Director 8.0. O executável contém então as mídias organizadas na forma planejada pela equipe de desenvolvimento e o "projeto" que contém o código necessário para "rodar" a aplicação na máquina do aprendente (ROBERTS, 1998).

Em função desta capacidade de co-evolução, a estrutura do *Ambiente Aprendiz* deve ser entendida como uma "estrutura inicial", ou seja, após um histórico de interações, entre professores e alunos, mediados pelo *Ambiente Aprendiz*, os ambientes de cada participante serão diferentes tanto nos conteúdos quanto nos módulos presentes

A "estrutura inicial" do *Ambiente Aprendiz* contém todos os módulos necessários ao atendimento dos quatro princípios propostos: interação, construção, cooperação e extensibilidade. Esta estrutura inicial possui os seguintes módulos:

- **Autoria:** O participante poderá criar seus próprios softwares hipermedia.
- **Cooperação:** O participante poderá acessar a Internet, enviar e-mails e cooperar com os demais participantes.
- **Aplicativos Externos:** Através deste módulo, o participante poderá abrir, visualizar e imprimir arquivos de outros aplicativos.
- **Extensão:** O participante poderá incluir novas funções e objetos, de forma a refletir as mudanças em suas necessidades.

Para o desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz* foi utilizado o paradigma da orientação a objetos, conforme descrito no capítulo anterior. O primeiro passo é a análise de requisitos, para a qual serão utilizados os diagramas propostos pela UML, conforme visto anteriormente. A seguir, serão apresentados os diagramas criados

para a especificação dos requisitos do *Ambiente Aprendiz*, descrevendo-se os diagramas propostos pela UML.

2.1 Diagrama de Casos e Usos

De acordo com a metodologia da UML, o primeiro diagrama a ser criado para a especificação de um software é o Diagrama de Casos de Uso. A Figura 13. apresenta os principais casos de uso envolvidos no desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*.

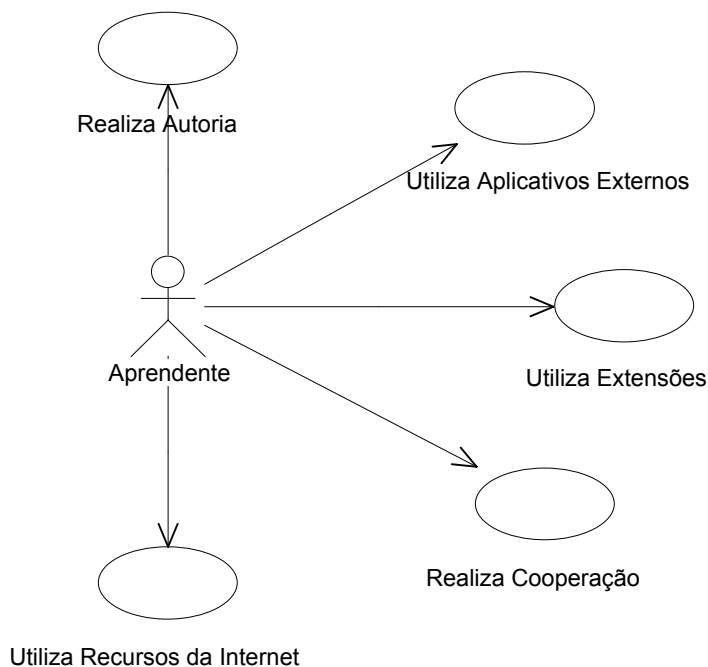


Figura 13 – Diagrama de Casos de Uso do Ambiente Aprendiz

Como pode ser observado no Diagrama de Casos de Uso apresentado na Figura 15, foi considerado apenas um tipo de pessoa que irá utilizar o ambiente: **Aprendente**. O Quadro 4, apresentado a seguir, mostra uma descrição dos casos de uso incluídos na Figura 15.

Quadro 4 – Descrição dos Casos de Uso do *Ambiente Aprendiz*

Nº	Nome do caso de uso	Descrição
1	Realiza Autoria	O aprendente pode criar uma nova apresentação, salvar uma apresentação, além de alterar e visualizar uma apresentação existente.
2	Utiliza Aplicativos Externos	O aprendente pode abrir arquivos associados a aplicativos externos, utilizar recursos de aplicativos externos e imprimir arquivos associados a aplicativos externos.
3	Utiliza Extensões	É possível ao aprendente pesquisar e utilizar filmes do Director desenvolvidos por outras pessoas.
4	Realiza Cooperação	O aprendente pode participar de <i>chat</i> e pintura coletiva, além de poder enviar e-mails.
5	Utiliza Recursos da Internet	O aprendente pode navegar na internet, fazer download e upload de arquivos.

Para maior clareza, cada um dos casos de uso, apresentados na Figura 15, será detalhado, de forma a demonstrar o que cada um deles inclui. A Figura 14. apresenta o detalhamento do caso de uso “Realiza Autoria”.

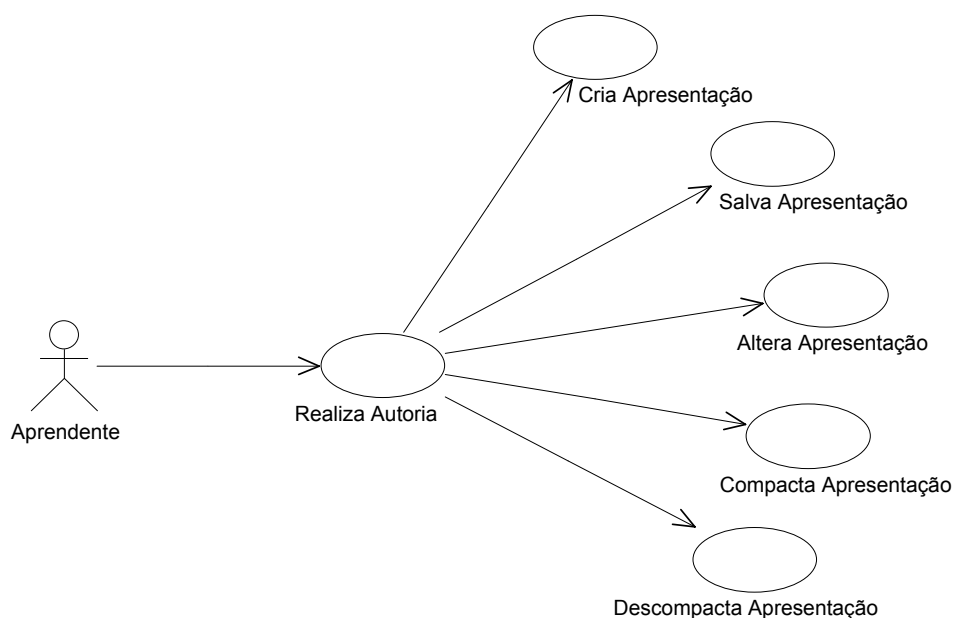


Figura 14 – Diagrama de Casos de Uso “Realiza Autoria”

O Quadro 5 apresenta as descrições relacionadas ao diagrama da Figura 16.

Quadro 5 – Descrição dos Casos de Uso “Realiza Autoria”

Nº	Nome do caso de uso	Descrição
1	Realiza Autoria	O aprendente pode criar uma nova apresentação, salvar uma apresentação, além de alterar e visualizar uma apresentação existente.
2	Utiliza Aplicativos Externos	O aprendente pode abrir arquivos associados a aplicativos externos, utilizar recursos de aplicativos externos e imprimir arquivos associados a aplicativos externos.
3	Utiliza Extensões	É possível ao aprendente pesquisar e utilizar filmes do Director desenvolvidos por outras pessoas.
4	Realiza Cooperação	O aprendente pode participar de <i>chat</i> e pintura coletiva, além de poder enviar e-mails.
5	Utiliza Recursos da Internet	O aprendente pode navegar na internet, fazer download e upload de arquivos.

A Figura 15. mostra o detalhamento do diagrama de casos de uso “Utiliza Aplicativos Externos”.

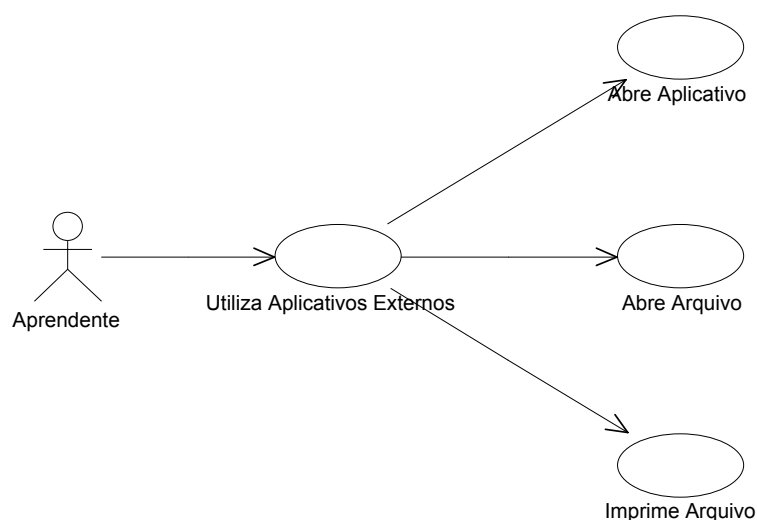


Figura 15 – Diagrama de Casos de Uso Utiliza Aplicativos Externos

O Quadro 6 apresenta a descrição de cada caso de uso da Figura 17.

Quadro 6 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Aplicativos Externos”

Nº	Nome do caso de uso	Descrição
1	Abre Aplicativo	Permite ao aprendiz utilizar os recursos de aplicativos externos, como <i>Autocad</i> , <i>Corel Draw</i> etc.
2	Abre Arquivo	O aprendiz pode abrir arquivos associados a aplicativos externos, além de poder alterá-los.
3	Imprime Arquivo	O aprendiz pode imprimir arquivos associados a aplicativos externos.

A Figura 16. mostra o detalhamento do diagrama de casos de uso “Utiliza Extensões”.

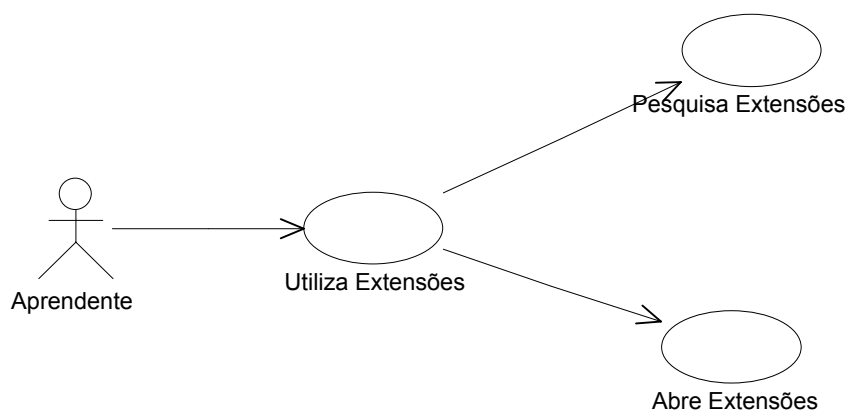


Figura 16 – Diagrama de Casos de Uso “Utiliza Extensões”

O Quadro 7 apresenta a descrição de cada caso de uso da Figura 18.

Quadro 7 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Extensões”

Nº	Nome do caso de uso	Descrição
1	Pesquisa Extensões	Permite ao aprendente pesquisar extensões existentes no computador do aprendente ou em outro computador ligado através de rede.
2	Abre Extensões	Permite que o aprendente visualize e utilize extensões de seu interesse.

A Figura 17. mostra o detalhamento do diagrama de casos de uso “Realiza Cooperação”.

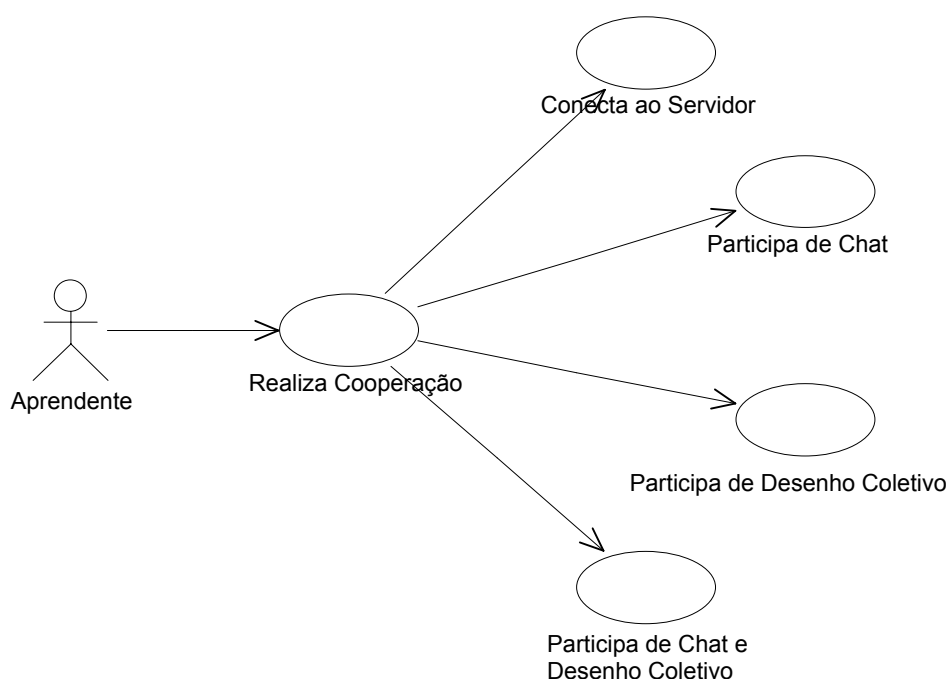


Figura 17 – Diagrama de Casos de Uso “Realiza Cooperação”

O Quadro 8 apresenta a descrição de cada caso de uso da Figura 19.

Quadro 8 – Descrição dos Casos de Uso “Realiza Cooperação”

Nº	Nome do caso de uso	Descrição
1	Conecta ao Servidor	Permite ao aprendente conectar seu computador a um servidor, de forma que possa se comunicar com os outros aprendentes conectados.
2	Participa de <i>Chat</i>	Permite que o aprendente participe de um chat, onde pode interagir através de texto.
3	Participa de Desenho Coletivo	Permite que o aprendente participe de um chat, onde pode interagir através de desenho.
4	Participa de <i>Chat</i> e Desenho Coletivo	Permite que o aprendente participe de um chat, onde pode interagir através de texto e desenho.

A Figura 18. mostra o detalhamento do diagrama de casos de uso “Utiliza Recursos da Internet”.

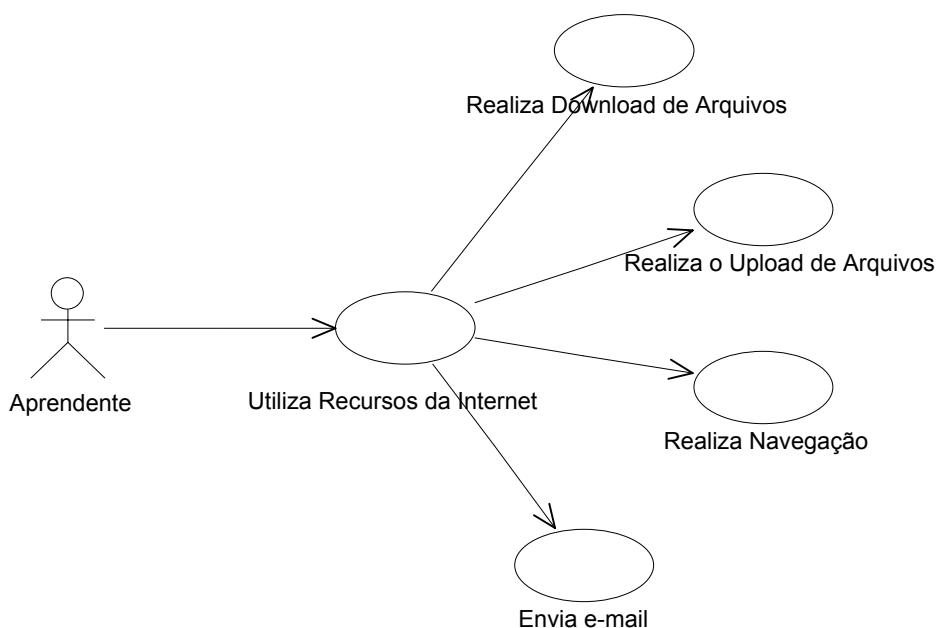


Figura 18 – Diagrama de Casos de Uso “Utiliza Recursos da Internet”

O Quadro 9 apresenta a descrição de cada caso de uso da Figura 20.

Quadro 9 – Descrição dos Casos de Uso “Utiliza Recursos Da Internet”

N°	Nome do caso de uso	Descrição
1	Realiza <i>Download</i> de Arquivos	Permite que o aprendente salve em seu computador, arquivos disponíveis na Internet.
2	Realiza <i>Upload</i> de Arquivos	Permite que o aprendente envie arquivos para serem publicados em sites na Internet.
3	Realiza Navegação	Permite que o aprendente visualize sites na Internet
4	Envia e-mail	Permite que o aprendente envie e-mail para outras pessoas, as quais não precisam possuir o <i>Ambiente Aprendiz</i> .

2.2 – Diagrama de Classes

Uma vez elaborado o diagrama de casos de uso, o próximo passo é a definição das classes a serem utilizadas e seus respectivos relacionamentos. Para isso, a UML propõe a elaboração do Diagrama de Classes. O Diagrama de Classes para o *Ambiente Aprendiz*, pode ser visualizado na Figura 19.

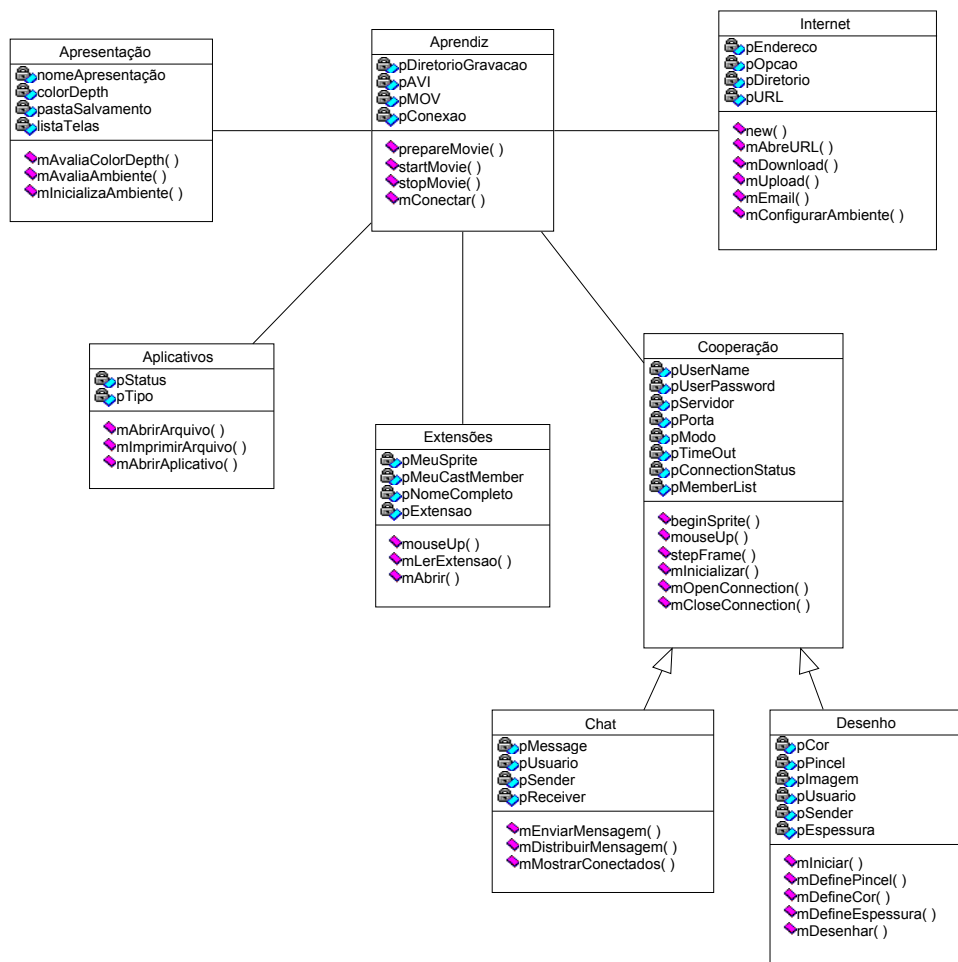


Figura 19 – Diagrama de Classes do *Ambiente Aprendiz*

A partir do apresentado na Figura 21 podemos observar que cada um dos módulos do ambiente foi organizado em uma classe, de forma a facilitar a extensibilidade. Adicionalmente, foi incluída uma classe (Extensões) que garante a extensibilidade do ambiente, uma vez que permite a importação ou utilização de objetos desenvolvidos por outras pessoas. A classe Apresentação é a base de todo o ambiente, uma vez que é a partir dele que os aprendentes (professores e alunos) podem criar / alterar suas criações. Em função disso, será apresentado o diagrama de classes desta classe em específico (Figura 20.)

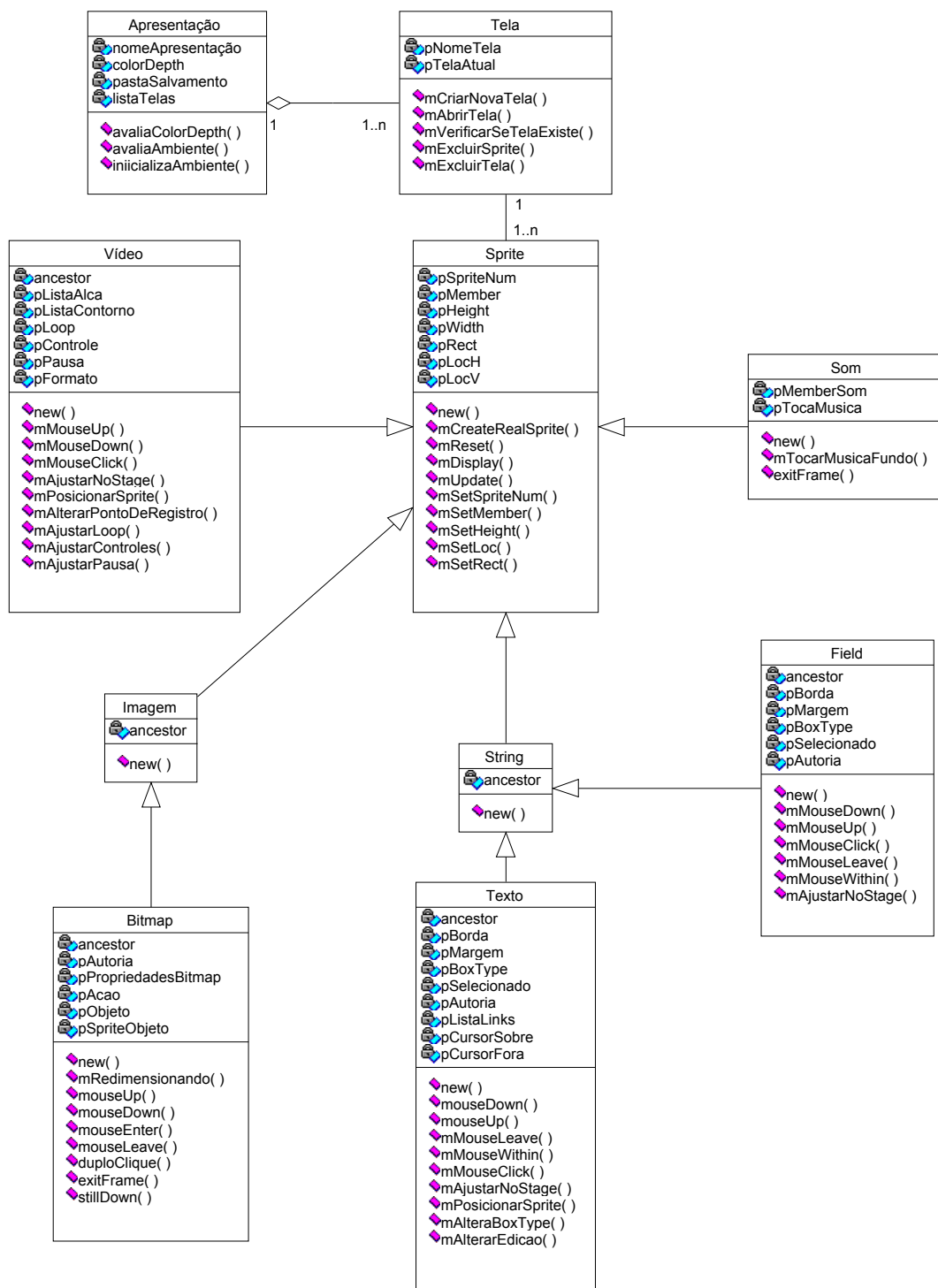


Figura 20 – Diagrama de Classes - Apresentação

2.3 – Implementação do *Ambiente Aprendiz*

A partir da especificação do ambiente, apresentada anteriormente, foi utilizada a linguagem *Lingo*, do *Macromedia Director 8.0*, para realizar a implementação do ambiente *Aprendiz*. A seguir serão apresentadas as principais funções implementadas nesta configuração inicial do *Ambiente Aprendiz*.

Na tela inicial do *Ambiente Aprendiz* (Figura 21.), o aprendente tem à sua disposição os módulos que compõem esta versão do ambiente: Cooperação, Extensões, Cooperação, Aplicativos Externos, Internet e e-mail. É importante ressaltar que esses módulos implementam os princípios apontados anteriormente:

- Módulo “Extensões”: princípio da interação.
- Módulo “Autoria”: princípio da construção.
- Módulo “Cooperação”: princípio da cooperação.
- Módulo “Autoria”: o princípio da extensibilidade foi implementado como um exemplo, dentro do ambiente de autoria, conforme será detalhado nos próximos itens.

Para acessar um dado módulo, o aprendente deve clicar sobre a opção desejada na “paleta de objetos”. Quando o mouse é posicionado sobre um dos botões, é apresentada uma explicação sobre o que o aprendente irá obter com o módulo em questão. Adicionalmente, existe a opção de compactar ou descompactar uma apresentação já elaborada (pelo próprio aprendente ou por outra pessoa). Nos próximos itens, cada módulo será descrito em maiores detalhes.

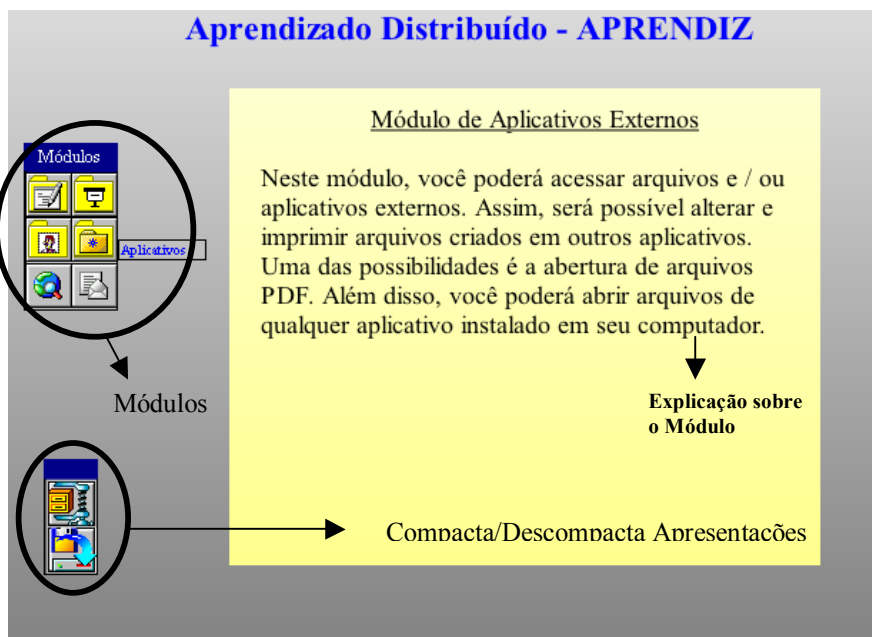


Figura 21 – Tela Inicial do *Ambiente Aprendiz*

2.3.1 – Módulo de Autoria

O módulo de autoria trata a criação do aprendente como sendo uma “Apresentação”. Por este motivo, ao optar por utilizar este módulo, o ambiente apresenta uma caixa de diálogos onde o aprendente deve informar o nome da apresentação que irá criar (Figura 22.).

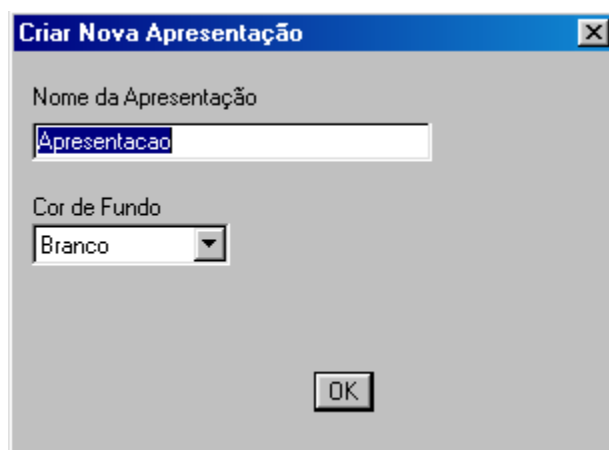


Figura 22 – Definição do Nome da Apresentação

Quando o aprendente pressiona o botão OK, após digitar o nome da apresentação (mostrado na Figura 24), o ambiente cria um objeto “Apresentação”, o

qual será responsável pelas ações relacionadas à apresentação como um todo (salvar, abrir nova apresentação, abrir apresentação em branco). Parte do código para criação desse objeto é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Parte do Script para a Criação do Objeto “Apresentação”

```
-- APRESENTACAO PARENT SCRIPT

-- PROPRIEDADES --
property pListaTelas           -- Lista com os nomes das telas da apresentação atual
property pListaInformacoes     -- Lista com as informacoes iniciais da apresentacao (Lista)
property pNomeApresentacao     -- Armazena o nome da apresentacao atual (String)
property pCorApresentacao      -- Cor de Fundo da Apresentação (String)
property pObjetoTela           -- Referência ao objeto pObjetoTela
property pTelaAtual            -- Nome da Tela Atual
property pLista                -- Lista com as características da apresentacao
property pObjetoVisualizador   -- Referencia ao objeto que visualiza a apresentacao
property pObjetoControleSom    -- Objeto para controlar música de fundo

on new(me)

    the actorList = []
    RETURN me

end new

on mCriarApresentacao(me)

    -- Antes de abrir uma nova apresentacao,
    -- Verificar se o aprendente salvou a apresentacao atual
    me.mVerificarSalvamento()

    -- Chamando o MUI para criar uma caixa de diálogo
    -- onde o aprendente poderá armazenar
    -- o nome da apresentação
    mMUINovaApresentacao

    -- Criando uma lista de propriedades da apresentação
    -- com valores iniciais iguais a zero, para serem alterados posteriormente
    mInicializarListaPropriedadesApresentacao(script "BlackBoard")

    if voidP(pObjetoTela) then

        -- É uma nova apresentação: inicializar objeto para criação de telas
        pObjetoTela = new(script "Tela Parent Script",me)
        -- Adicionando o objeto tela à actorList para que outros objetos
        -- (como os sprites) possam enviar mensagens para ele
        (the actorList).append(pObjetoTela)

    end if

    -- Gravando que estamos no módulo autoria
    mAlteraStatusAutoria(script "Blackboard",TRUE)

    castLib("Midias").fileName = the moviepath & "Midias.cst"

    -- Solicitando a criação de uma nova tela em branco
    call(#mCriarNovaTela,pObjetoTela)

end mCriarApresentacao
```

Conforme pode ser observado no Quadro 10, a penúltima linha do script faz uma chamada para a criação do objeto “Tela” (`call (#mCriarNovaTela, pObjetoTela)`).

A criação do objeto “Tela” faz com que o ambiente apresente ao aprendente uma caixa de diálogos, onde deve ser informado o nome da tela a ser construída. Assim, conforme mostrado na especificação do ambiente, uma apresentação é constituída de uma ou mais telas. A Figura 23. apresenta a caixa de diálogos onde o aprendente deve informar o nome da tela a ser criada.

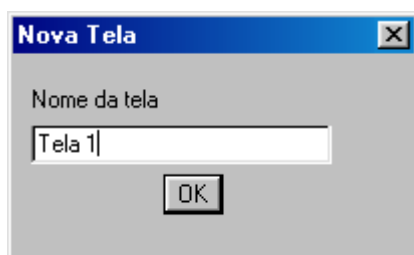


Figura 23 – Definição do Nome da Tela

Uma vez definido o nome da tela a ser criada, o aprendente pressiona o botão OK e tem acesso às ferramentas disponíveis no módulo de autoria, conforme apresentado na Figura 24.

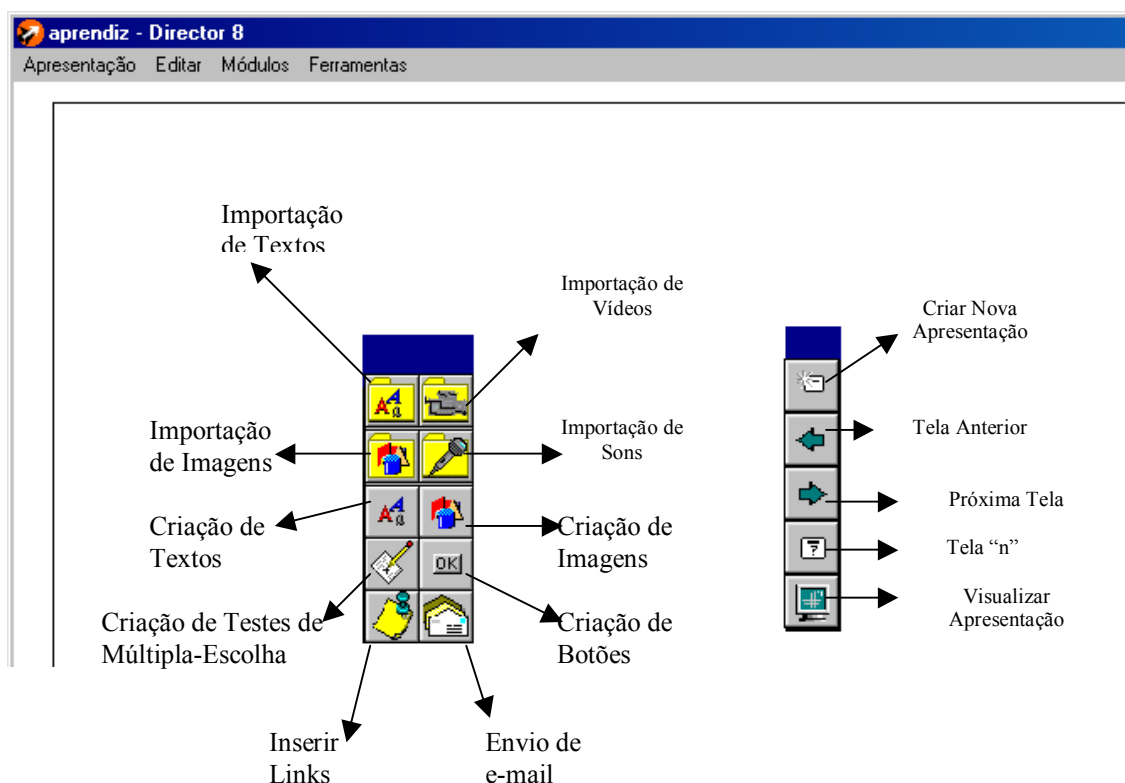


Figura 24 – Módulo de Autoria

Como pode ser observado na Figura 26, neste módulo de autoria o aprendente tem à sua disposição as ferramentas necessárias à criação de sua apresentação multimídia. Essas ferramentas podem ser divididas em três grupos:

- Ferramentas de Importação: o aprendente pode importar vídeos, imagens, sons e textos já criados em outros softwares.
- Ferramentas de Criação: através de editores próprios do *Ambiente Aprendiz*, o aprendente pode criar e/ou alterar texto e imagens, além de poder criar testes de múltipla-escolha.
- Ferramentas de Interatividade: o aprendente pode criar interatividade através de botões e *links* em texto. Adicionalmente, o aprendente pode interagir com outros aprendentes através do envio de e-mail.

Quando o aprendente insere algum elemento na tela (imagem, texto, vídeo etc.), o ambiente cria um objeto que será responsável pelas propriedades e ações deste elemento. O tipo de objeto a ser criado depende do tipo do elemento criado pelo aprendente. No caso da criação de uma imagem, por exemplo, o ambiente cria um objeto “*bitmap*”, conforme mostrado no Quadro 11.

Quadro 11 – Criação do Objeto Bitmap

```

property ancestor          -- Classe a que pertence a classe bitmap(Instancia de Objeto)
property pListaAlca       -- Lista dos sprites á'alca' de selecao (lista linear)
property pListaContorno   -- Tipo de contorno enúmero do sprite (property list)
property pSelecionado     -- Indica se o sprite está selecionado (boolean:TRUE / FALSE)
property pAutoria         -- Indica se estamos no módulo autoria(boolean: TURE / FALSE)
property pPropriedadesBitmap -- Propriedades da classe imagem (property list)
property pAcao            -- Acao a ser realizada pelo botao (symbol)
property pObjeto          -- Objeto sobre o qual a acao se refere (member)
property pSpriteObjeto    -- Se o bitmap for botão, age sobre qual sprite?

on new(me, tMember, tSpriteRect, tSpriteNum)
  if voidP(tSpriteRect) then
    -- Se o rect está vazio, é porque estamos criando um novo sprite
    tRect = tMember.rect
    -- Inicializando a lista das propriedades da subclasse field
    pPropriedadesBitmap = [#numero:"", #membro:"", #theLoc:"", \
                          #theName:"", #pontoRegistro:"", \
                          #theType:"", #theRect:"", #theColorDepth
    mCriarNovoSprite(script "blackBoard", pPropriedadesBitmap)
  else
    -- tSpriteRect não está vazio. Então estamos reposicionando um sprite já gravado
    tRect = tSpriteRect
  end if
  -- Definindo a Classe Bitmap como sendo o Ancestor da classe Imagem
  ancestor = new(script "objetoImagem", tMember, tRect, tSpriteNum)
  RETURN me
end new

```

Torna-se importante ressaltar que, conforme a especificação apresentada, a classe “*Bitmap*” herda as propriedades da classe “*Imagem*”. Assim, o objeto “*Bitmap*” deve ter como “Ancestral” o objeto “*Imagem*”. Isto é feito através da seguinte linha do script mostrado no Quadro 11:

```

ancestor = new(script "objetoImagem", tMember, tRect, tSpriteNum)

```

O objeto “*Imagem*”, por sua vez, deve ser criado e deve herdar as propriedades do objeto “*Sprite*”. O Quadro 12 mostra o script que cria o objeto “*Imagem*” e que, também, define como seu ancestral o objeto “*Sprite*”.

Quadro 12 – Criação do Objeto Imagem

```

property ancestor

on new(me,tMember,tRect,tSpriteNum)

    ancestor = new(script "classeSprite", tMember, tRect,tSpriteNum)
    RETURN me

end new

```

Para completar a criação dos objetos falta o objeto *Sprite*. O script utilizado para esta criação é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Criação do Objeto Sprite

```

property mSpriteNum      -- Número do Sprite em questão (inteiro)
property mMember         -- Member que está ocupando o sprite mSpriteNum (member)
property mBlend          -- Blend do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mForeColor      -- ForeColor do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mHeight         -- Altura do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mWidth          -- Largura do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mInk            -- Ink do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mMoveableSprite -- O sprite mSpriteNum pode ser movido? (boolean)
property mRect           -- Rect do sprite mSpriteNum (rect)
property mTrails         -- O sprite mSpriteNum deixa "rastro" ao ser movido? (boolean)
property mLocH           -- Posição horizontal (inteiro)
property mLocV           -- Posição vertical (inteiro)
property mCursor         -- Cursor do sprite mSpriteNum (inteiro)
property mScriptList     -- Lista de scripts do sprite mSpriteNum (lista)
property mMemberType     -- Tipo do Cast Member do sprite mSpriteNum (símbolo.Ex.#text)

on new(me,dMember,dRect,dSpriteToUse)
    -- Ajustando o member a ser associado ao sprite
    mMember = value(dMember)
    -- Ajustando o rect
    mRect = value(dRect)
    if not(voidP(dSpriteToUse)) then
        mSpriteNum = dSpriteTouse
        sendSprite(mSpriteNum, #mCheckOut)
    end if
    RETURN me
end new

```

Uma vez que o aprendente tenha criado sua apresentação, com as telas e os elementos de seu interesse, é possível salvar a apresentação criada, de forma que ela possa ser enviada a uma outra pessoa ou para inserir alterações posteriores. Na Barra de Menus, no item Apresentação, além da opção de salvar, o aprendente pode criar uma nova apresentação em branco ou abrir uma apresentação já existente, conforme mostrado na Figura 25.

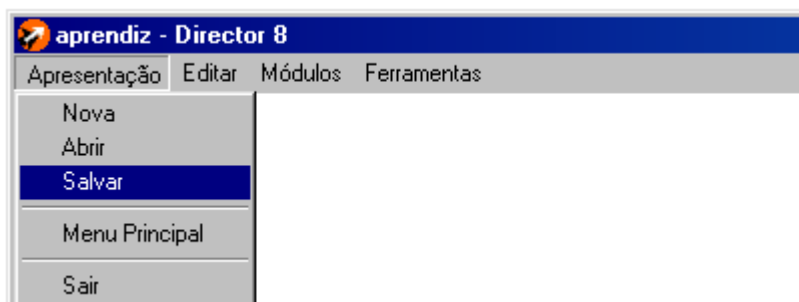


Figura 25 – Itens do Menu Apresentação

Além do Menu Apresentação, o Módulo Autoria possui mais três opções de itens de menu:

- Editar: permite a exclusão de uma dada tela ou elemento selecionado.
- Módulos: possibilita o acesso a outros módulos do ambiente Aprendiz (cooperação, Internet etc.)
- Ferramentas: Permite incluir novas ferramentas de autoria, desenvolvidas pelo aprendente ou por outras pessoas. Essa é a opção que garante a extensibilidade do ambiente Aprendiz e que será vista posteriormente.

2.3.2 – Módulo Cooperação

O objetivo do Módulo Cooperação é permitir aos aprendentes a criação coletiva (on-line ou off-line) de determinados conteúdos. Nesta primeira versão do ambiente, a cooperação *on-line* entre os aprendentes pode ser feita através da participação em um *chat* (criação de textos) e da criação de uma “pintura coletiva”.

Essa possibilidade de participação em *chat* e criação de uma pintura coletiva é apenas uma demonstração do potencial do ambiente, em termos de trabalhos cooperativos, uma vez que através do Módulo Extensão, o aprendente poderá incluir outras ferramentas de cooperação, as quais podem ser desenvolvidas por ele mesmo ou por outro aprendente.

Ao decidir utilizar o módulo cooperação, o aprendiz deve informar seu nome para iniciar a conexão com o servidor, conforme mostrado na Figura 26.




A tela de conexão do módulo cooperação apresenta o título "APRENDIZ MÓDULO COOPERAÇÃO" em letras azuis. Abaixo, um campo verde com o texto "DIGITE SEU NOME" em verde. Segue a instrução "Clique no campo abaixo e digite seu nome:" em verde. Um campo de entrada azul contém o texto "Digite o nome do usuário". Abaixo do campo, há um botão "ENTRAR" em um retângulo verde.

Figura 26 – Módulo Cooperação – Conexão com o Servidor

Após completar a conexão com o servidor, o aprendiz pode escolher o tipo de “sala” da qual deseja participar:

- *Chat*: interação com outros aprendizes através de texto (Figura 27.).



A tela da sala de chat possui o título "APRENDIZ MÓDULO COOPERAÇÃO" em azul. No canto superior direito, o texto "Quem está na Sala de Chat?" precede um campo branco com uma seta para baixo. Abaixo, uma grande área de texto contém o texto "Bem vindo à sala de chat.". Na base da tela, há um campo de entrada branco, um botão "Enviar" em um retângulo verde e um botão "Sair do Chat" em um retângulo verde.

Figura 27 – Sala de Chat

- Desenho Coletivo: aprendentes podem criar imagens em conjunto (Figura 28.).

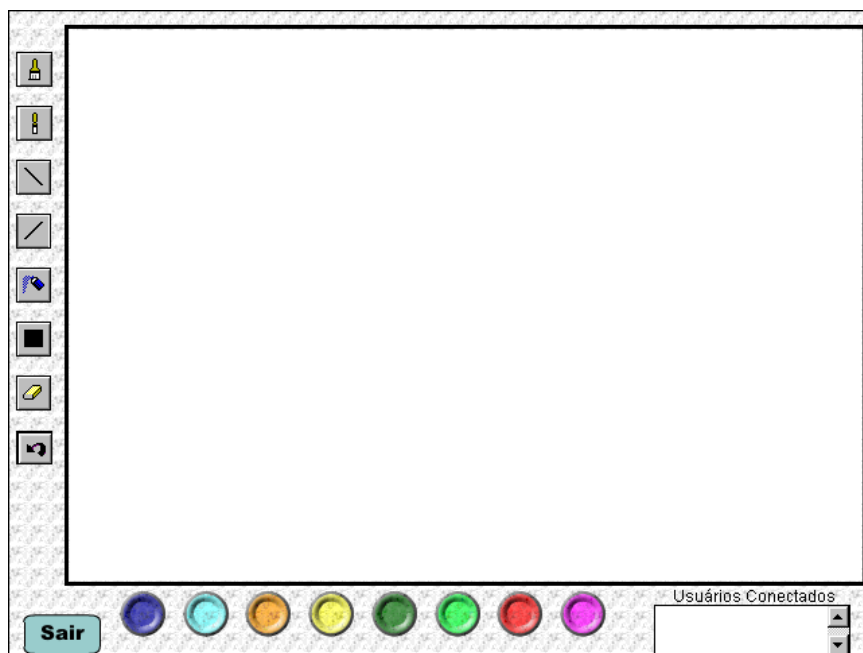


Figura 28 – Sala de Desenho Coletivo

- Chat e Desenho Coletivo: interação que pode ser feita tanto através de textos quanto através de desenho (Figura 29.).

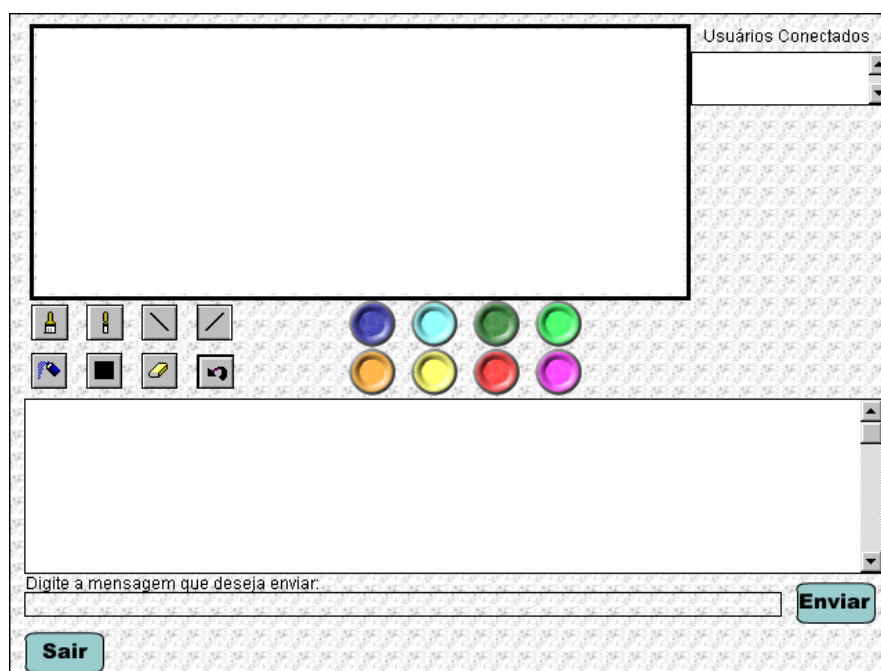


Figura 29 - Sala de Desenho e Pintura Coletiva

2.3.3 Módulo de Extensões

O *Macromedia Director* é um ambiente bastante utilizado por desenvolvedores no mundo todo. Isto faz com que existam milhares de aplicações (exemplos) prontos para as mais variadas finalidades. O módulo de extensões permite a utilização destas aplicações feitas por outras pessoas, sem que seja necessária a aquisição do *Macromedia Director*.

O que este módulo faz é abrir uma caixa de diálogos que permita ao aprendente escolher a aplicação que ele deseja utilizar. Assim, o aprendente pode criar uma “biblioteca” com as diversas aplicações de seu interesse. A Figura 30. mostra a caixa de diálogos onde o aprendente define a aplicação a ser utilizada.

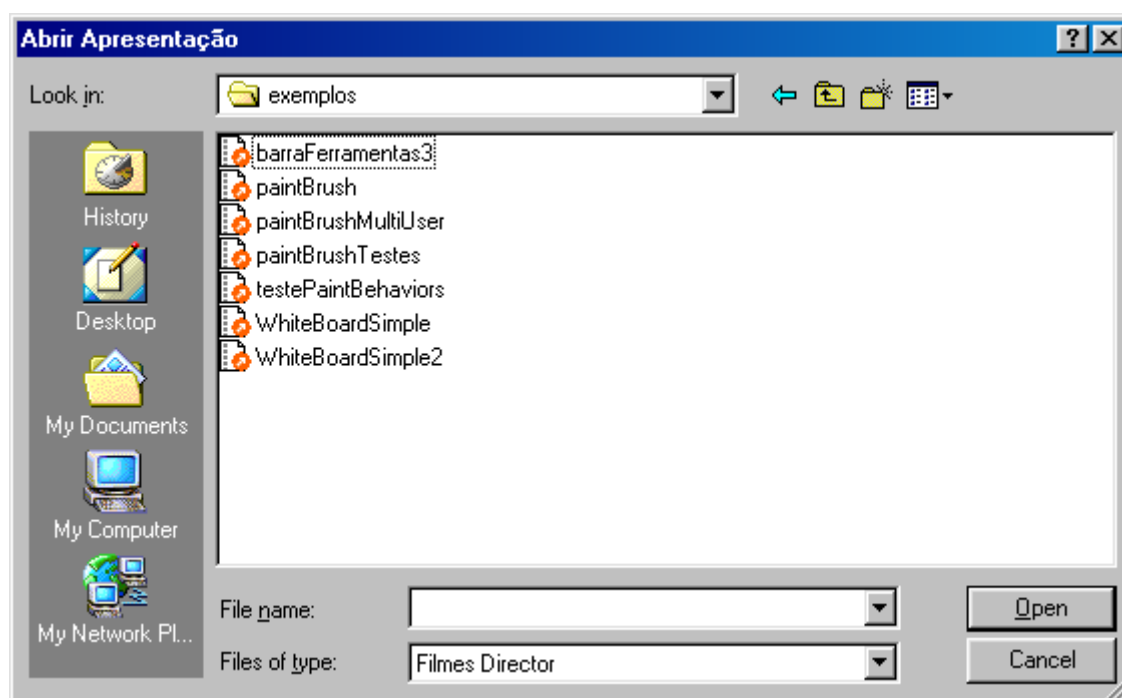


Figura 30 – Módulo de Extensão – Abrindo Filmes do Director

É importante observar que é a partir do Módulo de Extensões que o princípio da interação é implementado. Isso ocorre porque conforme o aprendente utiliza o *Ambiente Aprendiz*, esse é modificado por aquele de forma a refletir a mudança nas necessidades do aprendente. Essa modificação no *Ambiente Aprendiz* é feita através, conforme apresentado, da utilização de módulos externos.

Com isso, ocorre, de acordo com descrito anteriormente, “uma comunicação bi-direcional entre o ambiente e o aprendente, de forma que o conteúdo do ambiente depende da situação, do contexto do aprendizado e das necessidades individuais”.

2.3.4 – Módulo Aplicativos Externos

O objetivo deste módulo de aplicativos externos é permitir que o aprendente tenha acesso a arquivos desenvolvidos em outros aplicativos como o *Microsoft Word*, o *Autocad*, o *Adobe Acrobat* etc. Com isso, através deste módulo, é possível a visualização e impressão de arquivos externos, o que garante uma grande flexibilidade ao aprendente.

A Figura 31. mostra as opções oferecidas ao aprendente no módulo aplicativos externos.



Figura 31 – Opções do Módulo Aplicativos Externos

As opções apresentadas na Figura 33 têm os seguintes objetivos:

- Abrir Arquivo: visualizar / alterar um arquivo externo, o qual está associado a um aplicativo instalado no computador do aprendente.
- Abrir Aplicativo: utilizar um aplicativo externo (MS Word, Adobe Acrobat etc.), sem abrir um arquivo em específico.

- Imprimir Arquivo: permite que um dado arquivo seja impresso, a partir do aplicativo a ele associado.

Com isso, o aprendente não está limitado aos recursos internos do *Ambiente Aprendiz*. Em outras palavras, não é necessário que dois aprendentes possuam o *Ambiente Aprendiz* instalado para que possa haver colaboração entre eles. No entanto, a cooperação somente é possível se ambos possuírem o *Ambiente Aprendiz* ou outro ambiente que permita a cooperação.

2.3.5 Módulo Internet

Para facilitar a navegação na internet, foi incluído, no *Ambiente Aprendiz*, um navegador, através do qual os aprendentes podem visualizar sites na internet. Esta navegação permite que sejam obtidos conteúdos que podem ser utilizados no módulo autoria.

A Figura 32. apresenta a interface do módulo internet, que utilizou os botões do Internet Explorer da Microsoft, apenas para exemplificar a possibilidade de navegação.

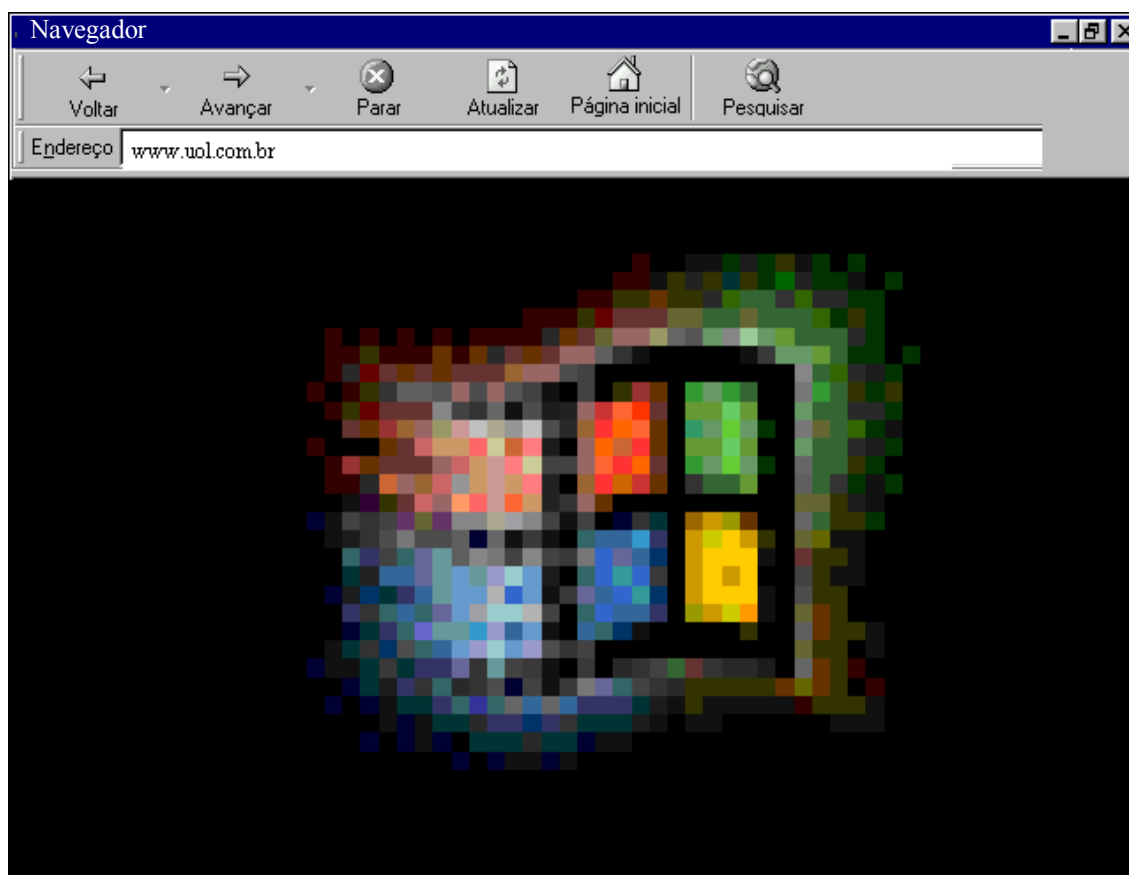


Figura 32 – Módulo Internet

2.3.6 Módulo E-mail

Nesta versão do *Ambiente Aprendiz*, o aprendente pode enviar e-mail para outras pessoas. No entanto, não é possível “atachar” arquivos na mensagem e nem receber e-mails. O objetivo inicial é apenas o de familiarizar o aprendente com o envio de e-mail.

Ao abrir o módulo e-mail pela primeira vez, o aprendente deve configurar o servidor de e-mail, de forma a tornar possível o envio das mensagens. A Figura 33. mostra as informações que o aprendente deve fornecer.

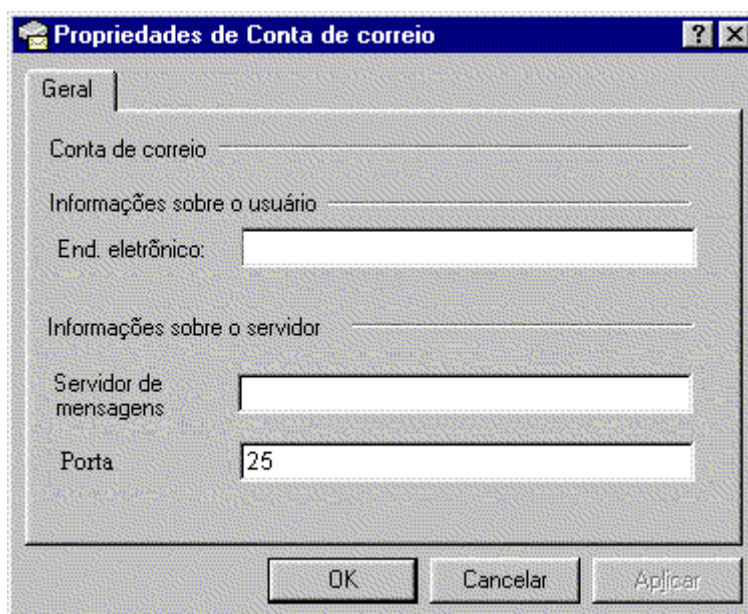


Figura 33 – Configuração do Servidor para Envio de E-mails

Para a criação da interface apresentada na Figura 35 foi utilizada, apenas como exemplo, a interface do *Outlook Express* da *Microsoft*. Torna-se importante que este módulo **não** utiliza o Outlook Express para o envio da mensagem. O envio é feito através da função multi-usuário do *Director*. Após configurar o servidor, o aprendente é conduzido à tela onde pode compor a mensagem a ser enviada (Figura 34.).

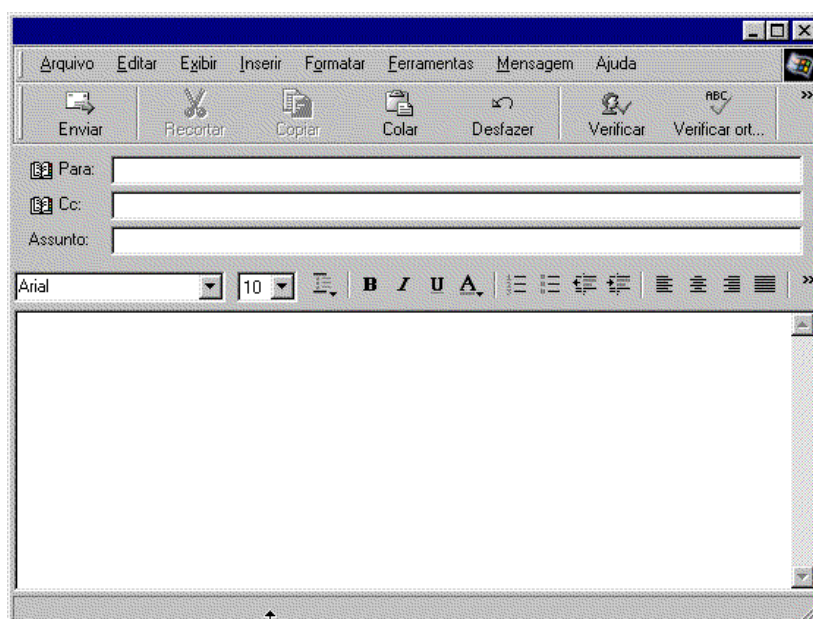


Figura 34 – Tela para Envio de Mensagem

2.3.7 Extensibilidade

Conforme vimos anteriormente, a extensibilidade é a capacidade que um ambiente de aprendizagem tem em permitir sua alteração e/ou ampliação, em função de mudanças no ambiente do aprendente. Como exemplo do potencial de extensibilidade do *Ambiente Aprendiz*, foi criado um “Relógio Digital”, a ser instalado, caso seja do interesse do aprendente, no módulo de autoria do ambiente Aprendiz.

O relógio digital será instalado no Módulo Autoria, na forma de um objeto, sem que isso tenha sido previsto no projeto original do ambiente Aprendiz. O objeto criado, o “Relógio Digital”, é bastante simples, tendo como objetivo apenas demonstrar a possibilidade de estender as funções do ambiente.

De acordo com o apresentado anteriormente, um novo objeto é instalado através do envio de um código, na forma de texto, para o “Projeto” do *Ambiente Aprendiz*. O código enviado é processado e um novo objeto é criado na memória, de forma a executar as funções previstas por seu autor ou autores.

Para permitir a implantação do objeto “Relógio Digital”, foi elaborado o código apresentado no Quadro 14. É esse código que é enviado por e-mail para outros aprendentes interessados na instalação desse objeto em seus ambientes.

Quadro 14 – Código Utilizado para Criar o Objeto “Relógio Digital”

```

[#nome:"Relogio",#descricao:"Marca Horas"]
[#install:"mInstalarRelogio"]

on new(me)
  RETURN me
end new

--Propriedades do objeto
property pSprite
property pMember

on mInstalarRelogio(me)
  repeat with i = 1 to 150
    if sprite(i).memberNum = 0 then
      me.mCriarRelogio(i)
      exit repeat
    end if
  end repeat
end mInstalarRelogio

on mCriarRelogio(me,tSprite)
  tFrame = the frame
  pSprite = tSprite
  pMember = new(#field)
  pMember.name = "Relógio"
  pMember.text = the time
  beginRecording
    sprite(pSprite).member = pMember
    sprite(pSprite).loc = point(500,20)
    updateFrame
  endRecording
  go tFrame
  (the actorList).append(me)
end mCriarRelogio

on stepFrame(me)
  sprite(pSprite).member.text = the time
end stepFrame

```

O código apresentado no Quadro 14 é compilado pelo *Ambiente Aprendiz* e, como resultado, um relógio digital é instalado na parte superior do módulo de autoria. Para instalar o novo objeto no módulo de autoria, o aprendente deve utilizar a opção **Abrir** do menu **Ferramentas**, conforme mostrado na Figura 35.

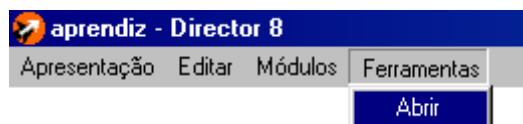


Figura 35 – Iniciando a Instalação de um Novo Objeto

Após clicar sobre o item de menu **Abrir**, o aprendente pode escolher a ferramenta (objeto) que deseja instalar em seu ambiente. A Figura 36. mostra a caixa de diálogos onde o aprendente deve escolher o objeto a ser instalado. Nesse caso, o objeto a ser instalado é “Relógio Digital”.

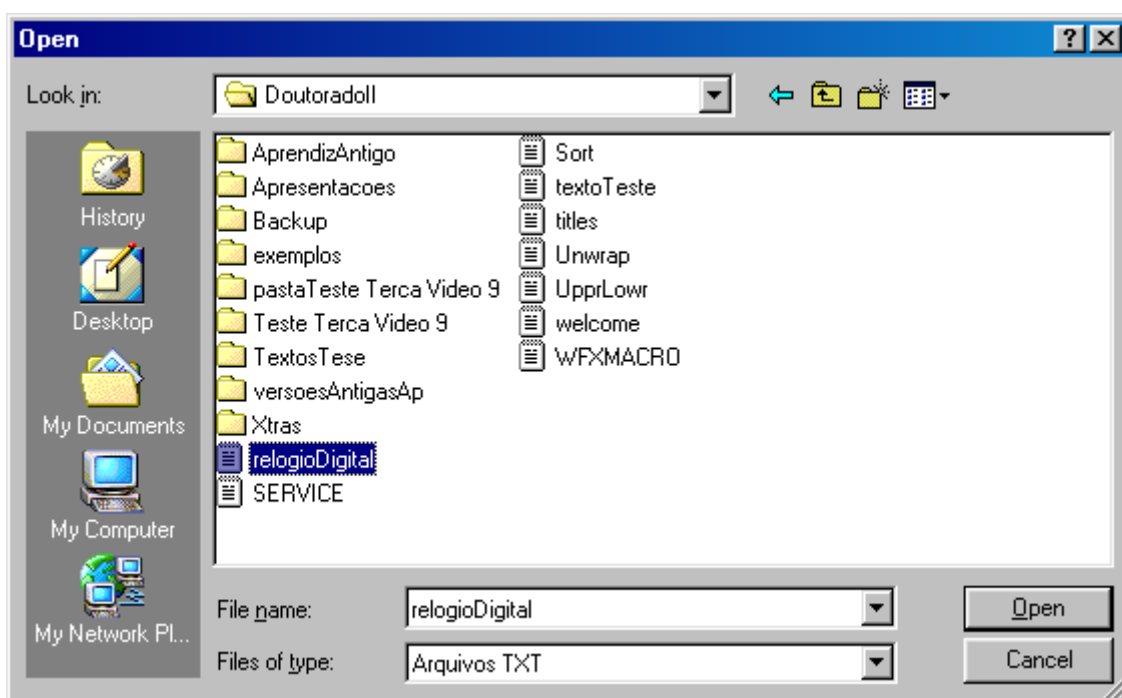


Figura 36 – Escolhendo o Objeto a ser Instalado

Antes de instalar o objeto, o *Ambiente Aprendiz* apresenta uma mensagem informando o nome do objeto e sua função, conforme mostrado na Figura 37.

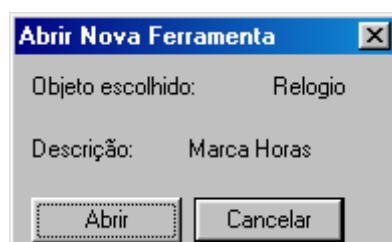


Figura 37 – Informando as Características do Objeto a ser Instalado

Ao escolher “Abrir”, o novo objeto é instalado no módulo de autoria (Figura 38.)



Figura 38 – Novo Objeto Instalado no Módulo Autoria

2.4 Análise do Ambiente Aprendiz

Para que se possa avaliar se o *Ambiente Aprendiz* permite a participação ativa do aprendente em seu processo de aprendizagem, torna-se importante a utilização desse ambiente em diferentes situações, durante, pelo menos, um ano letivo. No entanto, em função da dificuldade na implementação da versão atual do *Ambiente Aprendiz*, a sua utilização por aprendentes não foi possível.

A base para a análise que será feita a seguir foi resultado de testes preliminares realizados pelo autor durante o desenvolvimento da versão atual. A partir desses testes preliminares observou-se que o *Ambiente Aprendiz* possibilita a criação de “comunidades de construção do conhecimento”, uma vez que através dos módulos de autoria e cooperação, os aprendentes poderão criar, de forma cooperativa, conteúdos de seus interesses.

Como o *Ambiente Aprendiz* não é voltado para uma área (conteúdo) em específico, pessoas de áreas e interesses distintos podem interagir e cooperar através desse ambiente. Assim, professores de diferentes disciplinas podem trabalhar cooperativamente durante o processo de ensino-aprendizagem, utilizando o mesmo ambiente.

O que torna a experiência de utilização do *Ambiente Aprendiz* mais rica é a possibilidade de que pessoas com diferentes níveis de experiência em informática possam cooperar e interagir. Cada uma destas pessoas constrói seu próprio conteúdo, o qual irá variar em função do grau de experiência de quem está utilizando o ambiente.

O nível de experiência em informática do aprendiz pode variar desde o total desconhecimento até a capacidade de utilizar linguagens de programação. Nesse sentido, é possível identificar três níveis:

- **Iniciante:** É o aprendente que não possui experiência anterior com informática e que está utilizando o *Ambiente Aprendiz* para interagir com outras pessoas para aprender sobre um dado assunto. O produto criado neste nível de experiência é a “apresentação”, através do módulo de autoria. Assim, mesmo neste nível elementar, o aprendente consegue utilizar recursos relacionados aos quatro princípios estabelecidos: interação, construção, cooperação e extensibilidade.
- **Experiente:** Trata-se do aprendente que já utiliza informática e sente facilidade em utilizar ambientes de autoria (como o Macromedia Director) para a criação de softwares multimídia. Estas pessoas são as que irão desenvolver extensões para o *Ambiente Aprendiz*. Evidentemente que não é necessário ser aluno ou professor de computação para criar as extensões. Diversos professores e alunos de outras áreas também têm desenvolvido bons exemplos de extensões.
- **Programador:** Aprendente que é capaz de utilizar linguagens de programação (Lingo e C) para a criação de novos objetos a serem incluídos no *Ambiente Aprendiz*.

A Figura 39. ilustra os diferentes tipos de aprendentes e suas respectivas produções através do *Ambiente Aprendiz*.

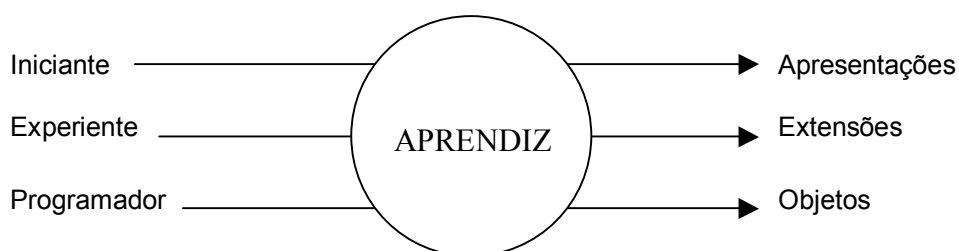


Figura 39 – Tipos de Aprendiz e Suas Produções

Representando os tipos de aprendiz em um triângulo, observa-se que aqueles que possuem um maior conhecimento em informática, como os programadores, podem desenvolver não só os produtos relacionados ao seu nível de experiência, mas também os produtos relacionados a níveis de experiência inferiores. Nesse sentido, um programador pode desenvolver apresentações, extensões e objetos. Os aprendizes experientes podem desenvolver apresentações e extensões, enquanto que os aprendizes iniciantes desenvolvem suas apresentações. A Figura 40. ilustra esta situação.

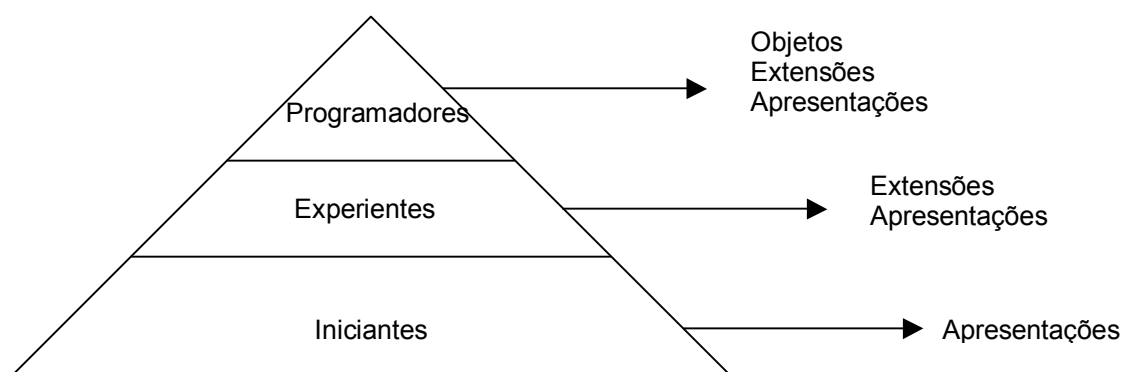


Figura 40 – Produções de Cada Tipo de Aprendiz

Com isso, é possível a criação de uma complexa rede de interação entre os diferentes tipos de aprendiz. A partir da formação desta rede, cria-se uma comunidade de construção do conhecimento, na qual cada participante da rede é, ao mesmo tempo, receptor (dos trabalhos criados por outras pessoas) e autor (de seu material).

Outro aspecto que merece destaque é a mudança, a partir da utilização do *Ambiente Aprendiz*, no paradigma do aprendizado através do computador. Em geral, os softwares educacionais existentes, principalmente os “sites educacionais”, são simples “repassadores” de um conteúdo específico, direcionado a um aprendiz com perfil bem definido.

Dessa forma, os aprendizes utilizam o software ou acessam o site a fim de obter conteúdos que devem ser assimilados e reproduzidos. Uma vez que um dado aprendiz tenha assimilado o conteúdo apresentado, o software deixa de ser adequado a esse aluno. Em função disso, o aprendiz deve utilizar outro software que apresente outro conteúdo ou uma abordagem mais avançada do conteúdo a ser trabalhado. Nesse sentido, o aprendiz “passa” por diversos softwares e sites ao longo de seu processo de aprendizagem, assimilando os conteúdos apresentados.

No caso do uso do *Ambiente Aprendiz*, é o próprio ambiente que é modificado e / ou ampliado de forma a se adaptar às mudanças na realidade do aprendiz. Assim, o aprendiz não “passa” pelo software, mas sim interage, constrói, coopera e estende o ambiente ao longo de seu processo de ensino-aprendizagem, mediado pelo *Ambiente Aprendiz*. Em outras palavras, é o conjunto “Aprendiz – *Ambiente Aprendiz*” que se modifica ao longo do processo de aprendizagem

Torna-se importante ressaltar que o *Ambiente Aprendiz* estará permanentemente em construção, permitindo a constante inclusão de novas extensões, novos objetos e conteúdos por parte do aprendiz. Assim, a cooperação entre os aprendizes pode ocorrer na própria configuração do ambiente para atender a uma dada necessidade.

Outro aspecto que merece destaque é que toda a modificação no *Ambiente Aprendiz* é realizada a partir do interesse e da decisão do próprio aprendiz. Assim, nenhuma modificação é feita automaticamente pelo ambiente, sem o conhecimento do aprendiz.

A partir de contatos informais do autor do presente trabalho com alguns professores da Universidade Regional de Blumenau, foram identificadas algumas necessidades não atendidas pela primeira versão do *Ambiente Aprendiz*. Dentre as necessidades apontadas, três delas foram citadas mais de uma vez:

- Tutorial sobre o sistema operacional Windows: boa parte dos professores sentiu dificuldades no início da utilização do *Ambiente Aprendiz*. Essas dificuldades, na maioria das vezes era devido ao pouco conhecimento do sistema operacional *Windows*. Assim, os professores solicitaram que o *Ambiente Aprendiz* deveria ter um tutorial que auxiliasse no aprendizado do referido sistema operacional.
- Geração de testes de múltipla-escolha: O gerador de testes de múltipla-escolha incluído na primeira versão do *Ambiente Aprendiz* não permitia a correção automática das respostas dos alunos, nem a geração de um relatório contendo o desempenho dos alunos de uma dada turma.
- Livro de pintura infantil: uma professora solicitou a inclusão de um “livro de pintura”, onde os alunos da pré-escola pudessem misturar cores em diferentes proporções.

Somente essas três solicitações demonstram a necessidade do *Ambiente Aprendiz* ser extensível, de forma a atender às diferentes realidades dos aprendentes. O próprio autor do presente trabalho poderia, sozinho, ter implementado os recursos solicitados. No entanto, seguir esse caminho significaria ir em direção oposta ao proposto no presente trabalho, ou seja, faria com que alunos e professores continuassem na dependência do autor do ambiente.

Assim, essa foi uma boa oportunidade para se simular a criação de uma “comunidade” de aprendentes iniciantes e aprendentes experientes. Nesse sentido, as solicitações dos professores foram repassadas a alunos do curso de Bacharelado em Ciências da Computação, como propostas de temas para seus respectivos Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC.

Com o desenvolvimento de três TCC's, foi possível simular uma situação real onde existissem os aprendentes iniciantes (professores que fizeram a solicitação), os aprendentes experientes (autores dos TCC's) e aprendente programador (autor do presente trabalho).

O tutorial para o aprendizado do sistema operacional *Windows 98* foi desenvolvido por Machado (2001). Esse tutorial, criado tomando como base o roteiro proposto no livro de Bianchi e Bizzotto (2000) que pode ser utilizado como extensão do *Ambiente Aprendiz*, é direcionado a pessoas que não possuem qualquer conhecimento anterior na utilização de softwares.

O gerador de testes de múltipla-escolha foi desenvolvido por Keiner (2000). O objetivo, conforme solicitado, era criar uma extensão que oferecesse mais recursos do que aqueles oferecidos pelo gerador de testes de múltipla-escolha incluído no módulo de autoria do *Ambiente Aprendiz*. A lógica de funcionamento desta extensão é que o professor elabora os testes e os envia aos alunos. Uma vez que o aluno tenha respondido, o teste é devolvido para o professor, o qual utiliza um corretor automático para gerar um relatório sobre o desempenho dos alunos.

A extensão "Livro de Pintura" foi desenvolvida por Hilgert (2000). Como o *Ambiente Aprendiz* é direcionado, inicialmente, para jovens e adultos, o objetivo foi criar uma extensão que pudesse ser utilizada por crianças com idade entre 6 e 7 anos para a criação de desenhos. Para despertar o interesse dos aprendentes no uso das cores, a extensão inclui a possibilidade do aluno misturar cores, em proporções diferentes.

A partir do desenvolvimento dessas três extensões, observou-se que, conforme esperado, o *Ambiente Aprendiz* pode se adaptar rapidamente a novas solicitações dos aprendentes, sem que haja dependência do autor do *Ambiente Aprendiz*. Assim, o *Ambiente Aprendiz* co-evoluiu com os aprendentes, sem a necessidade de intervenção do autor original.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

1. CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs os princípios e as características que devem ser levados em consideração no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem. Para isso, foi estabelecida a hipótese de que a utilização conjunta da Abordagem Atuante, proposta por Francisco VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997) e da Metodologia Problematizadora de Paulo Freire, forneceria os princípios necessários para a criação de um ambiente de aprendizagem aberto para a imprevisibilidade, permitindo o desenvolvimento da autonomia do aluno e um aperfeiçoamento de sua capacidade de questionamento reconstrutivo.

A partir da Abordagem Atuante e da Metodologia Problematizadora de Paulo Freire, foram propostos quatro princípios básicos: interação, construção, cooperação e extensibilidade. Esses princípios foram, então, utilizados como base para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem, denominado de *Ambiente Aprendiz*.

Apesar de não ter sido possível validar o *Ambiente Aprendiz* como um todo, há indícios de que a hipótese básica tenha se confirmado. Isso ocorre porque a possibilidade do aprendente construir projetos e conteúdos reduz sua dependência com relação ao professor ou ao software, favorecendo o desenvolvimento da autonomia. Como o desenvolvimento da autonomia não ocorre sem cooperação, conforme apontado por Paulo Freire, o fato do *Ambiente Aprendiz* permitir a cooperação reforça a autonomia dos aprendizes (alunos e professores).

Os objetivos definidos no início do trabalho indicavam a necessidade do ambiente a ser desenvolvido de permitir a construção do conhecimento, o trabalho cooperativo, a interdisciplinaridade, a independência do conteúdo e a evolução para atender às mudanças nas necessidades dos aprendizes.

Com base no exposto nas análises efetuadas, observa-se que os objetivos foram atingidos, uma vez que:

- o módulo autoria permite que o aprendiz crie seus próprios projetos e conteúdos.
- os aprendentes podem cooperar tanto *on-line* (*chat* e desenho coletivo) quanto *off-line* (e-mail).
- o *Ambiente Aprendiz* dá suporte à interdisciplinaridade na medida em que permite a construção e a cooperação.
- os aprendentes é que definem o conteúdo a ser trabalhado.
- Os aprendentes podem utilizar extensões criadas por outras pessoas, além de poderem incluir novos objetos, os quais permitem a realização de tarefas que não estavam previstas inicialmente.

Como resultados da utilização do *Ambiente Aprendiz* esperava-se que seus aprendentes pudessem cooperar entre si, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e competências que melhorassem suas respectivas capacidades de solução de problemas (e criação de um mundo). Como não foi possível a utilização do *Ambiente Aprendiz* em uma sala de aula, não se pode ainda fazer qualquer análise quanto à capacidade dos aprendentes, a partir do uso do *Ambiente Aprendiz*, na resolução de problemas, mesmo quando não estivessem utilizando a tecnologia.

Entretanto, o *Ambiente Aprendiz* permite, conforme salientado, a construção e a cooperação. Com isso, há indícios de que ele contribua para o “questionamento reconstrutivo”, possibilitando o desenvolvimento da autonomia do aprendiz

Em termos de extensibilidade, foi proposto, no início do trabalho, que o ambiente a ser desenvolvido deveria permitir a alteração de conteúdo, de interface e de ferramentas. Neste sentido, o *Ambiente Aprendiz* permite tanto a alteração do conteúdo (através do módulo autoria) quanto a inclusão de novas ferramentas (extensões ou objetos).

Nesta versão atual, o *Ambiente Aprendiz* ainda não permite a alteração de interface no sentido de alterar os ícones e itens de menu. No entanto, em função de sua flexibilidade, esta característica pode ser facilmente incluída através de novos objetos.

Atendendo ao princípio da interação, o *Ambiente Aprendiz* não é estático, podendo ser facilmente “transformado” para se adaptar a uma nova disciplina / conteúdo ou uma evolução tecnológica.

Além de permitir a cooperação *on-line* e *off-line*, o *Ambiente Aprendiz* dá suporte aos três tipos de cooperação descritos no Capítulo 4, quais sejam: discutir, compartilhar e cooperar.

Uma característica importante do *Ambiente Aprendiz* é que ele pode ser utilizado por pessoas com diferentes níveis de experiência em informática. Isso permite uma troca muito grande entre aqueles mais experientes e os iniciantes, melhorando e enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem. Isso está de acordo com a proposta de Paulo Freire (1987, p.69), segundo a qual “ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo”.

O *Ambiente Aprendiz* foi desenvolvido, conforme ressaltado anteriormente, com base na Teoria Atual de VARELA, THOMPSON e ROSCH (1997) e na Abordagem Problematizadora proposta por Paulo Freire. Apesar disso, ele pode ser utilizado por professores que utilizem outras abordagens. Assim, um professor que tenha um perfil behaviorista pode utilizar o *Ambiente Aprendiz* para criar o conteúdo de sua disciplina, repassá-lo aos alunos e elaborar testes de múltipla-escolha para avaliar o grau de desempenho que eles apresentaram.

Essa flexibilidade está totalmente de acordo com os princípios que fundamentaram o desenvolvimento do *Ambiente Aprendiz*, uma vez que ele deve se adaptar às necessidades de seus aprendentes e co-evoluir com eles, mesmo que isso represente uma mudança paradigmática. Em outras palavras, mesmo que um

professor deixe de utilizar uma abordagem behaviorista para utilizar uma abordagem construtivista, o ambiente *Aprendiz* deve dar suporte a isso.

O *Ambiente Aprendiz* se diferencia bastante de outros softwares existentes no mercado brasileiro. Com relação aos “sites educacionais” (cursos oferecidos pela Internet) ou “softwares educacionais” (CD-ROM com conteúdos), a diferença é de paradigma. Enquanto os sites (ou CD-ROM) se baseiam no paradigma centralizador, onde os aprendentes devem “visitar” o site (ou acessar o CD-ROM) para a obtenção de conteúdo, o *Ambiente Aprendiz* se baseia em um processo descentralizado. Assim, em vez do aprendiz “passar” pelos diferentes softwares, é o conjunto aprendiz-software que co-evolui.

É essencial que o *Ambiente Aprendiz* seja validado junto a professores e alunos de escolas do ensino fundamental, do ensino médio, universidades e pós-graduações. Para que a validação seja efetiva, é importante que a mesma seja feita, ao mesmo tempo, por diversos aprendentes de um mesmo colégio, curso ou universidade. Dessa forma será possível aprofundar a avaliação dos limites e possibilidades proporcionados pelo uso do *Ambiente Aprendiz*.

Finalmente, entendemos que a utilização conjunta da Teoria Atual e da Abordagem Problematizadora permitiu o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem (*Ambiente Aprendiz*), aberto para a imprevisibilidade, ou seja, que pode co-evoluir com o aprendente durante o processo de aprendizagem.

2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma seqüência natural do presente trabalho é a validação do *Ambiente Aprendiz* em uma situação real, ou seja, utilizar o ambiente de aprendizagem desenvolvido em um grupo de aprendentes.

É importante que tal validação seja feita em diferentes situações como diferentes níveis (ensino fundamental, ensino médio etc.), diferentes disciplinas, professores com diferentes níveis de conhecimento de informática, modalidades distintas (presencial e a distância) etc. Com isso será possível uma avaliação bastante criteriosa do *Ambiente Aprendiz*.

Um trabalho de grande importância que pode ser desenvolvido é o desenvolvimento de uma interface ergonômica para o *Ambiente Aprendiz*. Como esse ambiente é voltado para aprendentes com diferentes níveis de conhecimento em informática, é importante que a interface seja intuitiva, o que não ocorre com a versão atual.

Outra possibilidade bastante interessante é o desenvolvimento de novos objetos (funções), de forma a ampliar as possibilidades do *Ambiente Aprendiz*. Uma possibilidade é a criação de um ambiente (que fosse utilizado dentro do *Ambiente Aprendiz*) para a autoria de aplicações em três dimensões (3D)

Uma pesquisa bastante interessante é a implantação do *Ambiente Aprendiz* em uma escola (ou universidade). O objetivo, nesse caso, é o de avaliar a capacidade do *Ambiente Aprendiz* em permitir a criação de “comunidades de construção do conhecimento”.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, H. Pós modernidade e agir pedagógico: como reencantar a educação. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO 8., 1996, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC/UDESC, 1996.

BENNETT, F.. **Computers as tutors: solving the crisis in education.** Vol.1 No.6 – Dezembro, 1996 Disponível em: <<http://www.firstmonday.dk/issues/issue6/intro/>> Acesso em: 28 out. 1999.

BECKER, F. **Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante.** Educação e realidade, Porto Alegre, 18 (1): 43-52, jan./jun., 1993.

_____. **Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos.** Educação e Realidade. Porto Alegre, v.18, jan/jun. 1994.

_____. **Educação e construção do conhecimento.** Psicopedagogia *on-line*, Junho, 2001. Disponível em: <www.psicopedagogia.com.br>. Acesso em 12 jan. 2003.

BIANCHI, L.; BIZZOTTO, C. E. N. **Curso de Informática Básica: rápido e eficiente.** Blumenau: Acadêmica, 2000.

BEHNCKE, R. **Brotos de inspiração.** In: MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento.** São Paulo: Editorial Psy, 1992 p. 30.

BIZZOTTO, C. E. N. **Director 8.0: rápido e fácil.** São Paulo: Makron Books, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. **Relatório de atividades 2001.** Janeiro, 2002. Disponível na Internet. <http://www.proinfo.mec.gov.br> 18 abr. 2002

CAPRA, F. **O ponto de mutação.** São Paulo: Cultrix, 1995.

CATAPAN, A. **O conhecimento e o processo de trabalho escolar: para além do pedagogismo.** Florianópolis, 1993. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação. Universidade Federal de Santa Catarina.

_____. **TERTIUM: o novo modo do ser, do saber e do aprender.** Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina.

DAWSON, J. **The future of educational technology.** Disponível em: <http://horizon.unc.edu/projects/monograph/CD/Instructional_Technology/Dawson.asp> Acesso em: 09 jun. 2000.

DEDE, C. **Emerging technologies and distributed learning**. The American Journal of Distance Education, 1996.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. São Paulo: Autores Associados, 1996.

EKLUND, J.; BRUSILOVSKY, P. **Individualising interaction in Web-Based instructional systems**. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE HYPERTEXT AND HYPERMEDIA, 2., 1998, Pittsburgh. **Anais...** 1998.
Elisabeth MCLAULIN

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GARDNER, H. **A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.

GUERRA, A. F. **Uma experiência com ambientes de aprendizagem cooperativa: a educação em áreas costeiras através de páginas web**. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina.

HARTLEY, R. **Effective pedagogies for managing collaborative learning in on-line learning environments**. Disponível em
<<http://zeus.gmd.de/ifets/discuss.html>> Acesso em 24 set. 1999.

HEIDE, A.; STILBORNE, L. **Guia do professor para a Internet: completo e fácil**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

HESSSEN, J. **Teoria do conhecimento**. Portugal: Armênio Amado, 1987.

HILGERT, C. J. **Protótipo de software para auxiliar no aprendizado das cores e formas geométricas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Regional de Blumenau. 2000.

JULIUS, T. **Lingo! An advanced guide to Director's scripting language**. USA: New Riders, 1996.

KASTRUP, V. **Agir, aprender, atuar**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOPOIESEIS. 1., 1997, Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 1997.

KEINER, S. **Protótipo de software educacional para elaboração de exercícios e provas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Regional de Blumenau. 2000.

KOMOSINSKI, L. J. **Um Novo Significado para a Educação Tecnológica fundamentado na Informática como Artefato Mediador da Aprendizagem**. 2000. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

LEITE, A. S.; SILVA, C. A. **A aquisição de perícia cognitiva apoiada por computadores**. In I Congresso Brasileiro de Computação, 2001. Florianópolis.

LEVIN, J. A. **Education on the networks of today and tomorrow: the integration of computer-supported cooperative learning and work**. 1995. Disponível na Internet. http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/outlook/08_Levin.html. Acesso em 02 set. 2000.

LEVY, S. **Artificial life: a report from the frontier where computers meet biology**. USA: Vintage Books, 1992.

MACHADO, D. O. **Tutorial para Auxiliar no Aprendizado a Distância do Windows 98**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Regional de Blumenau. 2001.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento**. São Paulo: Editorial Psy, 1992

McLOUGHLIN, C.; OLIVER, R. **Who is in control? Defining interactive learning environments**. Perth: Edith Cowan University. 1998.

MELHORAMENTOS. **Dicionário prático da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos. 1995.

MORAES, M. C. **Novas tendências para o uso das tecnologias da informação na educação**. Disponível em: <<http://www.edutecnet.com.br/Textos/Alia/MISC/edmcand2.htm>> Acesso em 20 dez. 1998.

MOURA, A. M.; AZEVEDO, A. M. P.; MEHLECKE, Q. **As teorias de aprendizagem e os recursos da internet auxiliando o professor na construção do conhecimento**. In Congresso Internacional de Educação a Distância. 8, 2001, Brasília. **Anais**. 2001.

NEGROPONTE, N.; RESNICK, M.; CASSEL, J. **Creating a learning revolution**. Disponível em: <<http://www.education.unesco.org/education/educprog/lwf/doc/portifolio/opinion8.htm>> Acesso em: 15 mar. 1999.

PIAGET, J. **A epistemologia genética e a pesquisa psicológica**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

_____. **A equilibrção das estruturas cognitivas:** problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

_____. **Biologia e conhecimento.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Vozes, 1996

POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem.** 3 ed. Porto Alegre : Artes Médicas, 1998.

PERRONE, C.; CLARK, D.; REPENNING, A. **WebQuest:** substantiating education in edutainment through interactive learning games. Disponível em: <www.cs.colorado.edu/~corrina/WebQuest/> Acesso em: 28 Jun. 1999.

PNUD. **Making new technology work for human development.** Human Development Report 2001. Disponível na Internet. <http://www.undp.org/hdr2001> em 10 ago 2002.

RADFORD, A. **The future of multimedia in education.** Disponível em: <http://www.firstmonday.dk/issues/issue2_11/Radford/> Acesso em: 26 mar. 2000.

RAMOS, E. M. F. **Análise Ergonômica do Sistema Hipernet Buscando o Aprendizado da Cooperação e da Autonomia.** Florianópolis, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina.

RAO, S. **The WWW:** A tool to enhance the communicative Process. Disponível em: <www.lgu.ac.uk/deliberations/Sanjay/rao4.html> Acesso em: 24 mar. 1999.

RAUSCH, M. F. **The agent repository:** supporting collaborative contextualized learning. Colorado: 1997. Dissertation (Master in Computer Science), University of Colorado.

RESNICK, M. **Distributed constructionism.** 1994. Disponível na Internet. <http://el.www.media.mit.edu/groups/el/Papers/Distrib-Construct/Distrib-Construct.html> Acesso em: 28 mar. 1999.

ROBERTS, J. **Director demystified.** California: Macromedia Press, 1998.

ROSENZWEIG, G. **Special edition:** using Macromedia Director 8.0. Indianapolis: QUE, 2000.

SALOMON, G. **What does the design of effective CSCL require and how do we study its effects?.** 1995. Disponível em: <www.cscl95.indiana.edu/cscl95/outlook/62_Salomon.htm> Acesso em 29 jun. 1999.

SCHNEIDER, H. N. **Um ambiente ergonômico de ensino-aprendizagem informatizado.** Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. 9 ed. São Paulo : Cultrix, 1993.

SLOMP, P. F. **Sobre o behaviorismo**. Disponível em
<<http://www.ufrgs.br/faced/slomp/edu01135/skinner-sobre.htm>> Acesso 15 Ago.
2002.

SMALL, P. **Lingo sorcery: the magic of lists, objects and intelligent agents**.
London: Wiley & Sons, 1996.

_____. **Magial A-Life Avatars: a new paradigm for the Internet**. London:
Manning, 1999.

UNITED STATES. Department of Education, National Center for Education
Estatistics. **Advanced telecommunication in U. S. public schools**. Washington,
DC: U.S. Government Printing Office. Fall, 2001.

VARELA, F.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **The embodied mind**. Cambridge:
MIT. 1997.

WHITAKER, R. Introductory Tutorial: Autopoiesis & Enaction. Disponível em:
<www.lcc.ufmg.br/autopoiese> Acesso em: 25 mar. 2001.