

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÕES



**Proposta de um Sistema para
Geração de *Applets Java* para Animação
de Páginas *HTML* Destinadas à
Educação a Distância**

Antonio Gilberto de Moura

Orientador:

Prof. Dr. Yuzo Iano – DECOM/FEEC/UNICAMP

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ayres Mardem Almeida do Nascimento – UFAM/AM

Profa. Dra Beatriz Máscia Daltrini – DCA/FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Edson Moschim – DSIF/FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Ioshiaki Doi – DMCSI/FEEC/UNICAMP

Dissertação submetida à Faculdade de
Engenharia Elétrica e de Computação da
Universidade Estadual de Campinas, para
preenchimento parcial dos requisitos para
obtenção do Título de Mestre em Engenharia
Elétrica.

Campinas – SP - Brasil
Dezembro de 2002

Para minha esposa, meus pais e meus irmãos
com todo carinho.

Resumo

O principal objetivo deste trabalho é apresentar a proposta de um sistema para geração de *Applets Java* para animação de páginas *HTML* destinadas à Educação a Distância (EAD). Para tanto é necessário verificar que a Educação a Distância é adequada e viável, com a atual tecnologia, quando realizada com uma base pedagógica forte e valendo-se de recursos didáticos sistematicamente organizados. Portanto, esse trabalho principia com uma apresentação da Educação a Distância, enfocando-a como uma forma inclusiva de ensino. São levantados os aspectos tecnológicos que a apóiam, que vão da mídia impressa à mediada por computador. Em seguida são levantados os problemas mais comuns decorrentes da EAD, destacando-se entre eles a alta taxa de evasão dos cursos, sendo uma das suas causas a falta de estímulos no processo de aprendizagem da proposta de EAD. Verifica-se que uma das formas de criação de estímulos é provocar uma maior interatividade do aluno com o material estudado, e, portanto, é buscada uma maior interatividade através de animações em páginas *HTML* de cursos à distância. É realizado um estudo das tecnologias disponíveis para animação na *Web* e se elege os *Applets Java* como uma das mais promissoras alternativas, devido a sua portabilidade, robustez e segurança. Como a criação dos *Applets Java* exige profundos conhecimentos de programação em *Java*, nem sempre disponível para os docentes na criação de cursos para EAD, a proposta é fazer o modelamento de um sistema que permita a criação dos *applets* por pessoas que não detenham conhecimento em linguagens de programação.

Abstract

The main objective of this work is to show a proposal of an Applet Java Generator for HTML animation for use in Distance Education. Therefore it is necessary to verify that Distance Education is adequate and feasible, with the technologies in nowadays, through a strong pedagogical base and using organized didactical resources. Firstly, the Distance Education is presented as a kind of inclusive teaching. We survey the technological aspects that support it, and we go from the printed media to computers. After that the common problems in Distance Education are showed, emphasizing the great abandon rate. One of the causes for that great abandon rate is the lack of motivation of the students, and a way to provide that is to create more interactive tasks for the students. We are trying to increase the interactivity by creating animations in HTML pages. After a study of available technologies for animation in the Web, we choose the Applets Java as an alternative program, due its portability, robustness and security. The applet creation is an activity that demands a strong Java programming knowledge. To make the applet creation an easier task we propose the model of a system that permits the creation of applets for people who does not have any knowledge in programming.

Agradecimentos

Aos meus pais, Terezinha Maria de Moura e Benedito Vicente de Moura, pelo amor, apoio e estímulos constantes em todos os momentos de minha vida.

À minha esposa Mônica Teodoro de Moura, que se privou de muitas coisas para que este trabalho fosse finalizado. Agora posso te pagar aqueles, tão prometidos, dias de férias.

Aos meus irmãos, José Sinésio de Moura e Terezinha Mirella de Moura, que estão sempre me apoiando.

A todos os amigos que calorosamente me apoiaram desde a minha chegada em Campinas e proporcionaram muitos momentos alegres.

Aos colegas de trabalho que de formas diversas me apoiaram e continuam apoiando.

Ao Mr. Walter Fendt que gentilmente cedeu o código fonte de um dos seus fantásticos applets para servir de exemplo na implementação do sistema.

Ao Sr. Fábio Lemos do CEMEQ/UNICAMP e ao Sr. Reginaldo Lazarini da Ericsson do Brasil, que me disponibilizaram horas, durante o horário de trabalho, para que eu pudesse assistir às aulas do mestrado.

E em especial ao Prof. Dr. Yuzo Iano, pela orientação, incentivo, paciência e fé de que um dia este trabalho estaria terminado.

Sumário

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de Acrônimos	xii

Introdução Geral	1
------------------------	---

A Educação a Distância

1.1 Introdução	3
1.2 Conceituação	4
1.3 Definições	8
1.4 História	10
1.4.1 História da EAD no Mundo	12
1.4.2 História da EAD no Brasil	14
1.5 Tecnologias da Informação e da Comunicação na EAD	16
1.6 A Quem se destina a EAD	19
1.7 Os Papéis na Proposta de EAD	20
1.8 Implementação	23
1.9 Alguns Problemas na EAD	25
1.10 Fatores de estímulo na EAD	30
1.11 Conclusões	31

Recursos Tecnológicos Disponíveis para EAD

2.1 Impressos e Fotocopiados	34
2.2 Rádio	35
2.3 Televisão	36

2.4 Fitas	37
2.5 Telefone	37
2.6 Fax	37
2.7 Redes de Computadores	38
2.8 Teleconferência	38
2.9 Audioconferência.....	39
2.10 Conferência Mediada por Computador	39
2.11 Videoconferência.....	40
2.12 CBT (Computer-Based Training)	41
2.13 CD-ROM.....	42
2.14 Editores de Texto.....	42
2.15 Sistemas de Realidade Virtual.....	43
2.16 Internet.....	43
2.16.1 Email	44
2.16.2 Transferência de Arquivos	45
2.16.3 Lista de Discussão	46
2.16.4 Grupos de Notícias	46
2.16.5 FAQs	47
2.16.6 Bate-papo.....	47
2.16.7 Co-autoria.....	48
2.16.8 WWW	48
2.16.9 Programas Interativos	49
2.16.10 Navegadores	49
2.16.11 Ambientes de Autoria.....	50
2.16.12 Bibliotecas Virtuais	51
2.16.13 Universidades Virtuais	52
2.17 Resumo dos Recursos Tecnológicos Disponíveis	52
2.8 Conclusões	54

Tecnologias para Animação na WEB

3.1 Flash.....	58
3.2 Java 3D	59
3.2.1 Animação	60
3.2.1.1 Animações Interativas	60
3.2.1.2 Animações não Interativas.....	61
3.3 Virtual Reality Modeling Language – VRML	62
3.4 Applet Java	63
3.4.1 Restrições de segurança do applet	64
3.5 Considerações Finais	64

Modelagem do Sistema de Criação de Animações

4.1 Visão Geral do Sistema.....	68
4.2 Diagrama de Estados	69
4.3 Editor	73
4.4 Animator.....	79
4.5 Parser	81
4.6 Compiler.....	84

Obtenção de um applet através do sistema proposto

5.1 Descrição da Animação	89
5.2 Sequenciamento de frames em uma animação.....	92

Análise da Utilização de Applets em um Curso

6.1 Descrição do Curso.....	99
6.2 <i>Applets</i> Utilizados	102

6.2.1 <i>Applet</i> : Campo Magnético de um Fio Linear.....	102
6.2.2 <i>Applet</i> : Força de Lorentz	103
6.2.3 <i>Applet</i> : Corrente Elétrica Direta de um Motor.....	104
6.2.4 <i>Applet</i> : Gerador	106
6.3 Resultados	107

Conclusões

7.1 Avaliação e Contribuições	111
7.2 Trabalhos futuros	113

Referências Bibliográficas.....	115
---------------------------------	-----

Apêndice A – Exemplo de código fonte de um Applet ...	123
---	-----

Apêndice B – Notação UML.....	131
-------------------------------	-----

Lista de Figuras

Fig.1.1 – Uso das mídias com o passar das décadas	17
Fig.4.1 – Diagrama de pacotes do sistema	69
Fig.4.2 – Diagrama de estados geral do sistema	72
Fig.4.3 – Diagrama de classes do editor	76
Fig.4.4 – Diagrama de seqüência parcial da edição de frames	78
Fig.4.5 – Diagrama de classes do Animator	79
Fig.4.6 – Diagrama de seqüência parcial da animação	81
Fig.4.7 – Diagrama de classes do Parser	82
Fig.4.8 – Diagrama de seqüência parcial da construção do código	83
Fig.4.9 – Diagrama de classes do Compiler	85
Fig.4.8 – Diagrama de seqüência parcial da compilação	86
Fig.5.1 – Página com <i>applet</i> mostrando a Força de Lorentz	90
Fig.5.2 – Sub-painel mostrando os botões de ação e as caixas de seleção	91
Fig.5.3 – <i>Frame</i> 1 a <i>frame</i> 12 do <i>applet</i> “Força de Lorentz”	93
Fig.5.4 – <i>Frame</i> 13 a <i>frame</i> 24 do <i>applet</i> “Força de Lorentz”	94
Fig.5.5 – <i>Frame</i> 25 a <i>frame</i> 36 do <i>applet</i> “Força de Lorentz”	95
Fig.5.6 – <i>Frame</i> 37 a <i>frame</i> 40 do <i>applet</i> “Força de Lorentz”	96
Fig.6.1 – Página com <i>applet</i> mostrando o Campo Magnético de um Fio.....	102
Fig.6.2 – Página com <i>applet</i> mostrando a Força de Lorentz	103
Fig.6.3 – Página com <i>applet</i> mostrando o Funcionamento de um Motor	105
Fig.6.4 – Página com <i>applet</i> mostrando o Funcionamento de um Gerador ...	106
Fig.6.5 – Comparação entre duas turmas envolvidas no teste	108
Fig.6.6 – Porcentagem dos alunos que não participaram do teste	109

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Tipos de tecnologias de informação aplicadas a EAD	53
Tabela 2.2 – Recursos da Internet Disponíveis para a EAD	54
Tabela 5.1 – Primeira parte da tabela-verdade para o <i>applet</i>	97
Tabela 5.2 – Segunda parte da tabela-verdade para o <i>applet</i>	98
Tabela 6.1 – Resultado da avaliação aplicada aos alunos	107

Lista de Acrônimos

EAD	–	Educação a Distância
HTML	–	<i>Hyper Text Markup Language</i>
CBT	–	<i>Computer Based Training</i>
CD-ROM	–	<i>Compact Disc – Read Only Memory</i>
FAQ	–	<i>Frequently Asked Questions</i>
VRML	–	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
UML	–	<i>Unified Modeling Language</i>
LDB	–	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	–	Ministério da Educação
CAI	–	<i>Computer Assisted Instruction</i>
UKOU	–	<i>United Kingdom Open University</i>
SENAC	–	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
IBAM	–	Instituto Brasileiro de Administração Municipal (RJ)
TIC	–	Tecnologias de Informação e da Comunicação
CAL	–	<i>Computer Assisted Learning</i>
CD	–	<i>Compact Disc</i>
FTP	–	<i>File Transfer Protocol</i>
CGI	–	<i>Common Gateway Interface</i>
CSS	–	<i>Casting Style Sheets</i>
URL	–	<i>Uniform Resource Locator</i>
UV	–	Universidade Virtual
JVM	–	<i>Java Virtual Machine</i>
API	–	<i>Application Programmer Interface</i>
ARPANET	–	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
OOP	–	<i>Object Oriented Programming</i>

Introdução Geral

A Educação a Distância (EAD) caracteriza-se principalmente pela capacidade de levar à regiões remotas, de difícil acesso aos centros de excelência acadêmica, e às pessoas que não dispõem de tempo para assistir aulas regularmente ministradas pelas instituições convencionais, um ensino continuado, que será de qualidade caso se tenha um projeto pedagógico sério e sistematicamente organizado.

A Educação a Distância sofreu um grande impulso nas últimas décadas principalmente devido a evolução da área das Telecomunicações e da Informática, que fornece meios digitais para serem utilizados como suporte na comunicação entre alunos e docentes, diminuindo a distância física e temporal que os separa, e também proporcionando um alto nível de interação entre o aluno e o conteúdo a ser oferecido pelo curso.

Mesmo com toda a tecnologia disponível alguns problemas, embora também presentes nos cursos presenciais, são acentuados na EAD, como é o caso do abandono do curso pelo aluno. Para diminuir a evasão pode-se lançar mão de propostas pedagógicas voltadas para as características próprias desta modalidade, sendo um dos caminhos o uso dos modernos recursos computacionais disponíveis. Na linha da melhor interação entre aluno e o conteúdo pode ser citado o uso da linguagem *Java* na construção de páginas na *Web* e de *Applets Java* na construção de animações que explicitam, de forma mais agradável, a matéria estudada.

As animações através de *Applets Java* são interessantes, no ponto de vista da EAD, por ser o código executado no computador do usuário através do *plug-in Java*, disponível para a maioria dos *browsers* comerciais, facilitando a sua utilização em ambientes de autoria de cursos. Surge, no uso dessa metodologia, a necessidade de uma pessoa com grande conhecimento técnico, principalmente de linguagem *Java*, para a construção dos *applets*, e, na maioria das vezes, o docente responsável por fornecer o conteúdo do curso não possui

o domínio necessário sobre a linguagem. A proposta deste trabalho é a de fornecer um ambiente de fácil manuseio, dispensando um conhecimento mais profundo de linguagens de programação, para a criação de animações que serão convertidas em *Applets Java*.

Apesar de ser este um trabalho da área de tecnologia e voltado para uma aplicação para Educação a Distância, será feita uma abordagem multidisciplinar, mesmo sem a pretensão de se aprofundar em outras áreas não relacionadas à tecnologia. Tomou-se o cuidado de se levar em consideração, principalmente, os aspectos educacionais, sem os quais não se poderia tratar da Educação a Distância, e sociais, sem os quais a tecnologia não faria sentido.

Para se atingir o objetivo proposto, este trabalho se desenvolve da seguinte forma:

No Capítulo 1 a Educação a Distância é abordada de uma maneira genérica, mostrando alguns problemas existentes nesta modalidade e o encaminhamento que lhes está sendo dado. A finalidade deste capítulo, base para todos os outros, é primeiramente mostrar que é possível oferecer uma educação de qualidade na modalidade à distância. Também é intuito deste capítulo apresentar alguns problemas que enfrenta a EAD, destacando-se entre eles o problema da evasão que pode ser combatido através de uma proposta didática de estímulo ao aluno.

No Capítulo 2 são apresentados os recursos tecnológicos que têm sido utilizados ao longo do tempo na Educação a Distância. Além disso, neste capítulo é abordada a utilização da Internet, e as suas várias ferramentas, como nova tecnologia de EAD.

No Capítulo 3 são mostradas algumas tecnologias de animação na *Web*, dentre as quais são apresentados os *Applets Java*, produtos finais obtidos na utilização do sistema proposto.

No Capítulo 4 é feita a modelagem do sistema usando a linguagem UML (*Unified Modeling Language*), sendo este o projeto do sistema proposto.

No Capítulo 5 tem-se uma avaliação quantitativa do uso de *applets*, através de um teste realizado em um curso semi-presencial, e um exemplo mostrando como construir um *applet* através do sistema proposto no Capítulo 4.

No Capítulo 6, as conclusões obtidas, contribuições e trabalhos futuros são apresentados.

Capítulo 1

A Educação a Distância

1.1 - Introdução

A Educação a Distância é uma alternativa de educação que tem se desenvolvido com objetivo de atender um grande contingente de pessoas em busca de ensino, treinamento ágil e atualização permanente. Para muitos, essa forma de educação representa a oportunidade de novos conhecimentos, muitas vezes restritos a lugares e tempos determinados [Oeiras, 1998].

Litwin [Litwin, 2001], assim como diversos outros autores, comenta que, ainda hoje, a educação a distância sofre grande preconceito, tanto dos docentes, enraizados no paradigma da educação presencial, quanto por parte dos próprios alunos, que vêem nessa modalidade apenas um complemento para a formação formal ou um meio de finalizar um curso profissionalizante (os cursos por correspondência), mas, como apresentado por Coiçaud [Coiçaud, 2001], os bons projetos de EAD, implementados por diversas instituições, tendem a minimizar as opiniões negativas acerca da modalidade, mostrando que a EAD não se presta apenas para a formação tecnicista.

Na metade do século XX ao se pensar em educação a distância tinha-se invariavelmente um encaminhamento para o "ensino por correspondência", modalidade desprestigiada devido ao pouco envolvimento pedagógico, mas, em pouco tempo, em diversos lugares do mundo, criaram-se universidades que conseguiram levar o ensino universitário a vários setores da população até então marginalizados pelos sistemas convencionais ou formais. O preconceito ainda persiste embora a realidade atual mostre que alunos graduados na modalidade de Educação a Distância por instituições com um verdadeiro comprometimento

educacional (como é o caso da *Fern Universität* alemã, da *Open University* britânica, da *Universidade Aberta* venezuelana e tantas outras unidades de renome) participam do competitivo mercado de trabalho do mesmo modo que os egressos das universidades convencionais.

As suspeitas sobre a modalidade, na maioria dos casos, recaem sobre o meio usado como transporte para a transmissão do conteúdo. Por acaso se pode ser médico, advogado, engenheiro ou professor assistindo à televisão ou escutando rádio? Os avanços tecnológicos, a *Internet* como veículo que permite o foro, a reunião e debate entre alunos, os discos compactos como suporte para a transmissão de grande quantidade de informação, os recursos para teleconferência e tantos outros, parecem formar um novo ponto de partida para redefinir a Educação a Distância como um modelo de formação.

A modalidade a distância costuma caracterizar-se por sua flexibilidade em torno da proposta de ensino e também pelo uso intensivo dos últimos desenvolvimentos tecnológicos na área de comunicação, encurtando as distâncias na modalidade, contudo o valor da proposta continua residindo, como em qualquer projeto educacional, na qualidade dos conteúdos e em suas propostas para o ensino.

1.2 - Conceituação

Estudar o desenvolvimento da Educação a Distância implica, fundamentalmente, identificar uma modalidade de ensino com características específicas, isto é, uma maneira particular de se criar um espaço para gerar, promover e implementar situações em que os alunos aprendam. O traço distintivo da modalidade consiste na mediatização das relações entre os docentes e os alunos. Isso significa, de modo essencial, substituir a proposta de assistência regular à aula por uma nova proposta, na qual os docentes ensinam e os alunos aprendem mediante situações não-convencionais, ou seja, em tempos e/ou espaços que não compartilham [Litwin, 2001].

Litwin explicita, de forma bem compacta, os principais elementos que caracterizam a EAD:

- Espaços não compartilhados

A EAD tem a capacidade de levar a educação aos mais remotos lugares, encurtando as distâncias através dos recursos tecnológicos disponíveis (como será verificado no Capítulo 2).

Os processos de ensinar e de aprender na EAD não ocorrem de forma simultânea, nem têm lugar em um espaço compartilhado por alunos e docentes, as propostas de ensino na modalidade são mediatizadas através de matérias. [Soletic, 2001]

É devido a esse espaço não compartilhado que o termo "à distância" é historicamente usado para designar a modalidade. Mas não estaria a nomenclatura desatualizada, uma vez que os recursos tecnológicos removem o distanciamento físico? Na verdade não se tem uma distância e sim distâncias como colocadas por Coiçaud: "O que caracteriza a EAD são as distâncias: distância social, distância educacional, distância cultural e distância psicológica entre populações situadas em diferentes pontos". Apesar disso, os projetos de Educação a Distância que foram implementados de forma comprometida com as problemáticas dos diversos contextos sociais permitiram dialogar com as pessoas e negociar com elas propostas alternativas de formação adequadas à sua realidade [Coiçaud, 2001].

- Tempos não compartilhados

Na proposta de EAD não é necessário o sincronismo entre docente e aluno, portanto tem-se uma maior flexibilidade, em termos de tempo e espaço, acarretando na oferta de educação para um público bem mais amplo do que a propiciada pelo paradigma presencial. Pessoas impossibilitadas de freqüentar um curso convencional, devido as suas restrições de horários, têm na EAD a chance de conseguir uma boa formação.

Os programas de Educação a Distância caracterizam-se pela flexibilidade que propõem em relação à organização do estudo e à administração do tempo. O respeito aos ritmos particulares faz com que, em termos gerais, a maioria das propostas não imponham prazos fixos nem determinados previamente, mas, de modo fundamental, dão orientações para o planejamento do tempo de estudo, de acordo com os tempos reais que implicam a leitura e a resolução de atividades. A variável tempo é considerada de maneira flexível e adaptável às possibilidades e às necessidades de cada aluno [Soletic, 2001].

Na atualidade, entendemos que a característica mais importante da educação a distância é sua flexibilidade, a qual possibilita implementar propostas educacionais organizadas e adequadas à realidade em que vivem muitas pessoas que desejam continuar estudando. [Coïçaud, 2001]

- Modalidade com características específicas

A EAD, devido a sua especificidade, necessita de novos atores para desempenhar os papéis exigidos por uma boa proposta de educação. É necessário definir e explicitar esses novos papéis para que a proposta de EAD possa ser desenvolvida em todo o seu potencial.

Enquanto na educação presencial a obrigatoriedade de assistir a um determinado número de aulas é uma condição da regulação dos aprendizados dos alunos, na Educação a Distância organizam-se instâncias flexíveis de apoio aos estudantes mediante estratégias e recursos variados. A produção de materiais de estudo, nos quais se inserem os conteúdos curriculares, constitui uma tarefa básica dos educadores à distância [Coïçaud, 2001].

- Situação não convencional

Na EAD ocorre um afastamento do paradigma convencional e, portanto, novas oportunidades são vislumbradas para a educação, mas novos problemas também aparecem e soluções mais específicas para a modalidade devem ser buscadas (procura-se verificar alguns problemas da EAD no item 1.8).

- Mediatização das relações entre os docentes e os alunos

Para tornar possível que o processo de educação ocorra entre um docente e um aluno separados fisicamente é necessária a presença de um elemento intermediário que os una. Hoje em dia essa mediatização pode ser conseguida com o uso dos recursos tecnológicos existentes.

A principal característica da EAD, que a distingue do ensino presencial, é a separação física do professor e do aluno no espaço e/ou tempo [Dizeró et al., 1998 apud Tessarolo, 2000]. Nessa modalidade de educação, a comunicação entre alunos e professores passa a ser mediada por recursos didáticos sistematicamente organizados, combinados e vinculados através dos diversos meios de comunicação capazes de suprir a distância que os separa fisicamente. Assim, não é verdade que a educação a distância seja uma educação distante, em que o aluno esteja isolado [Neto, 1995 apud Tessarollo, 2000]; ele se mantém em interação com pessoas capacitadas que possam apoiá-lo no processo de ensino-aprendizagem [Tessarollo, 2000].

Tendo sido apresentados os fenômenos que caracterizam a EAD verifica-se que a sua real diferença com o modelo presencial não reside na distância que separa o docente e o aluno, e sim em novas abordagens pedagógicas que são utilizadas para se garantir a existência do processo de educação, portanto muitos são levados a concordar com Cortelazzo [Cortelazzo, 1997] quando diz:

“Pode-se considerar como Educação a Distância tanto aquela totalmente feita sem o contato presencial de professores e alunos quanto a complementar da educação feita nas escolas de Ensino Fundamental, de Ensino Médio ou de Ensino Superior. Quando se seleciona um documentário da *National Geographic* ou da Geográfica Universal e se solicita aos alunos a sua análise e os comentários críticos, após um trabalho feito em casa com o suporte dessas mídias, ou quando se indica um programa televisivo educacional com uma produção escolar a ser desenvolvida pelos alunos, ou, ainda, quando se faz um acompanhamento através do correio eletrônico, o que o professor está fazendo é, exatamente, usar tecnologias de EAD, como outros mediadores de sua

orientação aos alunos, distante do ambiente escolar tradicional. Dessa forma, o ambiente social onde se insere a TV, o vídeo, as redes de computador, se transforma momentaneamente em escola. Educação a Distância é muito mais amplo e define hoje a educação que não é feita no ambiente escolar tradicional, podendo ser desenvolvida como parte complementar da educação escolar formal praticada em instituições educacionais. Nesse sentido, as tecnologias de comunicação social se transformam em tecnologias de Educação a Distância. O ambiente escolar já não está mais restrito às quatro paredes da sala de aula, mas estende-se a qualquer lugar em que indivíduos de todas as idades, do Ensino Fundamental ao Ensino Superior, se encontrem realizando atividades escolares de aprendizagem mediados pelas tecnologias da comunicação, aqui ditas, tecnologias de EAD". [Cortelazzo, 1997]

1.3 – Definições

Como apontado por Carvalho [Carvalho, 2001], são vários os autores e entidades, nacionais e estrangeiros, que apresentam suas próprias definições sobre Educação a Distância, gerando um número muito grande delas na literatura. Boa parte dessas definições são muito semelhantes, tornando-as muito repetitivas. Por outro lado, os seus autores partem, muitas vezes, de pontos de vista diferentes sobre o assunto, ora mais abrangentes e ora mais específicos, chegando a vocábulos como "Educação a Distância", "Ensino a Distância", "Aprendizado a Distância", entre outros. Serão apresentadas algumas definições no intuito de deixar um pouco mais claro ao leitor o caminho semântico percorrido pelo termo "Educação a Distância".

Por ser, este, um trabalho escrito no Brasil e envolver a área de Educação, nada mais correto do que apresentar inicialmente a definição do próprio MEC que é encontrada no Artigo 1º. do decreto nº. 2.494 que regulamenta o Artigo 80 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional [LDB, 1996]:

“Educação a distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação”.

Na definição do MEC observa-se a necessidade de uma mediação de recursos de forma didática e organizada, ponto comum em todas as definições de EAD, mas também é observado o termo “auto-aprendizagem” que pode ser levado para o caminho do “autodidatismo” que, como será mencionado futuramente neste capítulo, é muito criticado por vários autores.

Uma das definições mais amplamente aceitas conceitua EAD como:

“A comunicação em duas vias entre professor e aluno separados por uma distância geográfica durante a maior parte do processo de aprendizagem, utilizando algum tipo de tecnologia para facilitar e apoiar o processo educacional bem como permitir a distribuição do conteúdo do curso. As tecnologias de comunicação utilizadas atualmente são cada vez mais interativas e se constituem numa ferramenta valiosa para alcançar estudantes dispersos por grandes territórios e/ou afastados dos centros educacionais”. [Cruz & Barcia, 2000]

Nessa definição é enfatizado que a EAD, assim como qualquer proposta de educação, é um processo, e é acrescentado, em relação a definição dada pelo MEC, que para a existência da EAD é necessário uma comunicação de mão dupla entre aluno e professor.

Segundo Garcia Aetio [EDUCNet apud Bosnardo, 2001] a Educação a Distância é um sistema tecnológico de comunicação bidirecional, que pode ser maciça e substituir a interação pessoal na sala de aula (professor - estudante) pela ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos e pelo apoio de uma organização e tutoria que propiciam a aprendizagem independente e flexível dos alunos.

Aqui novamente é citada a bidirecionalidade sendo colocado, de forma sutil, a massificação do ensino e uma proposta auto-suficiente. Esses dois

fatores serão analisados futuramente neste capítulo como problemas presentes em propostas de EAD.

Não muito diferente da definição anterior, G. Dohmem [EDUCNet apud Bosnardo, 2001] define a educação a distância como uma forma sistematicamente organizada de auto-estudo, no qual o aluno se instrui a partir do material que lhe é apresentado; onde o acompanhamento e a supervisão do sucesso do aluno são conduzidos por um grupo de professores, sendo isso possível através da aplicação de meios de comunicação capazes de vencer essa distância, mesmo longa.

A definição encontrada em [CDLP, 2002], que nos leva mais para o caminho da democratização do ensino, é a seguinte:

“Aprendizado a Distância é um sistema de fornecimento instrucional que conecta estudantes com recursos educacionais. O Aprendizado a Distância proporciona o acesso educacional a estudantes não matriculados em instituições educacionais e pode ampliar as oportunidades de aprendizado de estudantes em curso. A implementação do Aprendizado a Distância é um processo que utiliza recursos disponíveis e deverá envolver a incorporação de tecnologias emergentes”.

1.4 – História

A primeira tecnologia que permitiu a Educação a Distância foi a escrita. Sem a escrita, as informações eram transmitidas pela fala e a educação das pessoas se fazia pela via prática. Assim, a escrita permitiu que as informações fossem registradas e transmitidas independentemente do tempo e do espaço. Um texto escrito pode alcançar uma longa distância, o que é um poder inestimável quando comparado à distância reduzida alcançada pela voz de um orador [Ong, 1998 apud Tessarollo, 2000].

Como apontado por Carvalho [Carvalho, 2001] e Chaves [Chaves, 1999], e se baseando no parágrafo anterior, o aparecimento da EAD, se levado ao

máximo de rigor, surge juntamente com a escrita. Nesse caminho muitos autores fazem referência às cartas de Platão e às epístolas de São Paulo como o marco inicial da modalidade.

Entretanto, o alcance do material escrito foi relativamente limitado até ser transformado em material impresso. Com o aparecimento da tecnologia tipográfica, posteriormente, o material impresso possibilitou o surgimento da primeira forma de Educação a Distância, ou seja, o ensino por correspondência. Especialmente depois do aparecimento dos sistemas postais modernos, rápidos e confiáveis, o material impresso tornou-se o foco do ensino por correspondência [Tessarollo, 2000].

Até a Segunda Guerra mundial, várias experiências foram adotadas desenvolvendo-se melhor as metodologias aplicadas ao ensino por correspondência, que depois foram fortemente influenciadas pela introdução de novos meios de comunicação de massa, principalmente o rádio. As vantagens da utilização do rádio na EAD são o baixo custo e a facilidade para o aluno-ouvinte. A transmissão radiofônica consegue alcançar os mais distantes locais, independente das redes elétricas [Cortelazzo, 1997], limitada apenas pela potência da emissora. Assim, devido à facilidade de acesso, ao alto nível de cobertura e à flexibilidade, o rádio oferece amplas possibilidades para a EAD no desenvolvimento de programas de educação formal e não formal [Scheimberg, 1997]. Dessa forma, em um espaço de poucas décadas a radiodifusão deu origem a muitos projetos importantes, principalmente no meio rural.

Em um outro instante, a televisão, autêntico meio de comunicação em massa, surgiu como um novo instrumento didático. Esse meio permitiu que a imagem fosse, junto com o som, levada a localidades remotas. Assim, uma aula englobando todos os seus componentes audiovisuais pôde ser remotizada. Inicialmente, a TV educativa era baseada na linguagem e na estrutura da escola convencional, sendo os primeiros programas transmissões do professor em uma mesa com o quadro-negro ao fundo. Porém, estudos sobre a linguagem televisiva no campo da comunicação apontaram a necessidade de que as propostas televisivas educativas respeitassem as características do meio [Roig,

1997 apud Tassarollo,2000]. Desse modo, os programas televisivos passaram a ter o formato de "telenovelas", isto é, a característica de contar histórias, atraindo, assim, um número significativo de telespectadores.

Por estar condicionada a um horário de emissão, a televisão não permite interrupções da transmissão para a assimilação das informações transmitidas. Assim, com o desenvolvimento das fitas de áudio e vídeo, a transmissão das informações tornou-se mais flexível. Essas tecnologias possibilitaram o "congelamento" das informações emitidas em horários e locais em que os alunos-ouvintes ou espectadores não poderiam estar presentes, de modo que posteriormente eles pudessem trabalhar as informações no espaço e no tempo disponível [Cortelazzo, 1997].

As redes de computadores passaram a ser utilizadas com finalidade educacional nos Estados Unidos, a partir dos anos 60, com o desenvolvimento dos sistemas *Computer Aided Instruction* (CAI). Principalmente as grandes empresas e os centros de treinamento desenvolveram programas de computadores que tinham como objetivo realizar toda a tarefa de "ensinar" à distância, isto é, sem a presença do professor e do instrutor. Produtos de *software* mais ou menos interativos foram desenvolvidos, mas com pouca ou nenhuma preocupação com o fluxo de comunicação bidirecional entre equipe docente e estudantes, com o acompanhamento pedagógico do processo de ensino-aprendizagem e com a verificação sistemática e significativa dos resultados educacionais obtidos pelo aluno [Neto, 1995]. Além disso, esses produtos não permitiam a aprendizagem em grupo, a interação e a comunicação entre as pessoas envolvidas no processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto o uso de computadores na educação a distância começou a se tornar cada vez menos associado ao uso individualizado de computadores por estudantes em laboratórios, salas de aula ou em residências. Atualmente, grandes distâncias podem ser cobertas promovendo a conexão entre pessoas em todas as partes do mundo através das redes de computadores e dos satélites [Lucena, 1996].

1.4.1 - História da EAD no Mundo

Os autores divergem quando tentam colocar um marco inicial para a EAD. Não há um consenso sobre a época exata do início da EAD na forma como é conhecida hoje.

Neto [Neto, 1997] declara que a EAD nasce do compromisso assumido pelo humilde professor de taquigrafia Caleb Philipps, ao publicar, em 1728, na Gazeta de Boston um pequeno anúncio nos seguintes termos: "Toda pessoa da região, desejosa de aprender esta arte, pode receber em sua casa várias lições semanalmente e ser perfeitamente instruída, como as pessoas que vivem em Boston".

A institucionalização da EAD, segundo vários autores, recai na segunda metade do século XIX.

Primeiramente vinculada à iniciativa de alguns professores, já na segunda metade do século XIX, a Educação a Distância começa a existir institucionalmente. Assim, em 1856, Charles Toussaint e Gustav Langenscheidt criam a primeira escola de línguas por correspondência, em Berlim; em 1891, Thomas J. Foster inicia, em Scranton (Pensylvania), o *International Correspondence Institute*; em 1892, o Reitor William R. Harper, que já experimentara o ensino por correspondência na formação de professores para escolas paroquiais, cria a Divisão de Ensino por Correspondência no Departamento de Extensão da Universidade de Chicago; em Oxford, em 1894/1895, Joseph Knipe inicia os cursos de Wolsey Hall; em 1898, Hans Hermod dá início ao famoso Instituto Hermod, da Suécia. E essa institucionalização nada mais é do que um compromisso ainda maior - e, sobretudo - mais estável, com a paridade qualitativa da EAD em relação à aprendizagem presencial [Neto, 1998].

A Educação a distância tem uma longa história de experimentações, sucessos e fracassos [Nunes, 1992]. Existem registros de experiências de educação por correspondência iniciadas no final do século XVIII e com largo

desenvolvimento em meados do século XIX [Andrade, 1997]. Inicialmente, os sistemas de EAD foram criados para atender particularmente aos que, por razões diversas, não podiam freqüentar aulas com horários e local fixos. Atualmente, os sistemas de EAD existem em praticamente todo o mundo, tanto em nações industrializadas quanto também em países em desenvolvimento, atendendo, assim, um público muito variado. [Tessarolo, 2000]

Para Prates e Loyolla [Prates & Loyolla, 1999 apud Carvalho, 2001] os primórdios da EAD remontam ao ano de 1881, quando William Rainey Harper, primeiro Reitor e fundador da Universidade de Chigaco, ofereceu, com absoluto sucesso, um curso de Hebreu por correspondência.

Já, para Alves [Alves, 1998 apud Carvalho, 2001], na versão moderna, a Suécia registra a primeira experiência neste campo de ensino em 1883. Em 1840, tem-se notícia da Educação a Distância na Inglaterra; na Alemanha foi implementada em 1856 e nos Estados Unidos, tem-se notícia do ensino por correspondência em 1874.

A utilização do rádio na EAD é marcada por vários autores como tendo início no Canadá, onde sua utilização baseava-se na discussão de problemas locais e regionais nas comunidades rurais isoladas.

Em 1969 é criada no Reino Unido a *Open University* (UKOU), instituição que desempenhou um papel relevante no campo e cujos desenvolvimentos serviram de inspiração e guia para os projetos da modalidade à distância em todo o mundo [Mansur, 2001]. Tem-se assim o início das universidades virtuais.

Nas décadas de 80 e 90 a preocupação de demonstrar que a modalidade constituía uma opção com a mesma qualidade acadêmica que a presencial, e romper com a imagem de ensino de segunda categoria, continuou, agora apoiada na vasta experiência de instituições de países pioneiros no campo, como a *Open University*, a *Fern Universität*, a *UNED* da Espanha, a Universidade da Costa Rica, a *UNA* da Venezuela, a *UNAM* do México, dentre outras, e também com decisões políticas de peso a respaldar o desenvolvimento dos projetos da modalidade [Mansur, 2001].

1.4.2 - História da EAD no Brasil

O Brasil, no que se refere à Educação a Distância, encontra-se em desvantagem ao que vem acontecendo no panorama internacional. O assunto somente começou a ser discutido no país, com o interesse e a seriedade necessários, de maneira ampla, praticamente a partir dos últimos dez anos. Antes disso, a EAD era discutida de maneira pontual ou legada a um segundo plano no contexto educacional [Carvalho, 2001].

No Brasil o ensino por correspondência surgiu em 1939, com a criação do Instituto Radio Monitor por Nicolas Goldberger, seguida das experiências do Instituto Universal Brasileiro, a partir de 1941. Na década de 50, outras instituições, dada a necessidade de se democratizar o ensino e tomando como realidade as dimensões continentais brasileiras, passaram a fazer uso do ensino via correspondência. Os anos 60 assistiram ao auge do Instituto Universal Brasileiro, seguido de uma série de outras iniciativas nacionais: SENAC e SENAI, que tinham nesta estratégia o objetivo da profissionalização e/ou capacitação de trabalhadores.

A utilização do rádio na EAD no Brasil é marcada pela fundação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, em 1923 por Roquete Pinto, que pode ser considerado o marco inicial da EAD no Brasil de forma geral, transmitindo programas de literatura, radiotelegrafia, telefonia, de línguas, de literatura infantil e outros de interesse comunitário [Alves, 1994]. Uma experiência de destaque utilizando o rádio no Brasil foi a do Movimento de Educação de Base (MEB), que tinha como "preocupação básica alfabetizar e apoiar os primeiros passos da educação de milhares de jovens e adultos, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil" [Nunes, 1992].

Atualmente, no Brasil, a televisão tem sido utilizada em diversos programas como, por exemplo, programas de complementação de escolaridade de primeiro e segundo grau do Telecurso 2000 [Telecurso 2000]; e, programas para aperfeiçoamento e formação de professores da TV Escola.

Na década de 80 é criado o curso de Educação a Distância na Universidade de Brasília, marcando o início da EAD no ensino superior no Brasil [Mansur, 2001]. Conforme apresentado por Carvalho [Carvalho, 2001], os principais marcos históricos da Educação a Distância no Brasil são:

1891 - Registro de anúncio oferecendo profissionalização por correspondência (datilógrafo), na primeira edição da seção de classificados do Jornal do Brasil.

1904 - Implantação das “Escolas Internacionais”, representando organizações norte-americanas.

1923 - Oferta, pela Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, de educação pelo rádio. A emissora foi doada ao Ministério da Educação e Saúde em 1936 e, no ano seguinte, foi criado o Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação.

1939 - Fundação, em São Paulo, do Instituto Rádio Técnico Monitor, com opção no ramo da eletrônica.

1941 - Início das atividades do Instituto Universal Brasileiro, voltado para a formação profissional.

1943 - Lançamento, pela Igreja Adventista, da Escola Rádio-Postal, com “A Voz da Profecia”, com a finalidade de oferecer, aos ouvintes, cursos bíblicos por correspondência.

1946 - Início, no Rio de Janeiro e São Paulo, das atividades da Universidade do Ar, do SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, que em 1950 já atingia 318 localidades e 80 alunos.

1956 - Criação, pela Diocese de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte, de algumas escolas radiofônicas, dando origem ao Movimento de Educação de Base.

1962 - Fundação, em São Paulo, da *Ocidental School*, de origem americana, sendo atuante no campo da eletrônica. Possuía, em 1980, alunos no Brasil e em Portugal.

1967 - Início das atividades de Educação a Distância do IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal, utilizando a metodologia de ensino por correspondência.

1967 - Criação do Núcleo de Ensino a Distância da Fundação Padre Landell de Moura, com metodologia de ensino por correspondência e via rádio.

Carvalho [Carvalho, 2001] apresenta também dois motivos que tiveram importância relevante para o descrédito da Educação a Distância no Brasil, contribuindo para o seu desenvolvimento descompassado em relação a outros países: num primeiro momento, a falta de qualidade no serviço dos correios e, posteriormente, a atuação do governo militar, a partir da década de 1960, controlando o conteúdo a ser divulgado no Ensino a Distância, logicamente de forma antipática aos educadores.

Finalmente, a citação de Nunes é oportuna para complementar a conclusão deste item: As experiências brasileiras, governamentais, não-governamentais e privadas, são muitas e representam, nas últimas décadas, a mobilização de grandes contingentes de técnicos e recursos financeiros nada desprezíveis. Contudo, seus resultados não foram ainda suficientes para gerar um processo de irreversibilidade na aceitação governamental e social da modalidade de Educação a Distância no Brasil. Os principais motivos disso são a descontinuidade de projetos, a falta de memória administrativa pública brasileira e certo receio em adotar procedimentos rigorosos e científicos de avaliação dos programas e projetos [Nunes, 1992].

1.5 – Tecnologias da Informação e da Comunicação na EAD

A seguir é apresentado o parecer de vários autores sobre o uso das Tecnologias de Informação e da Comunicação (TIC) usadas na EAD. Essas tecnologias serão verificadas de forma mais minuciosa no Capítulo 2 deste trabalho.

Pode-se considerar como tecnologia da Educação a Distância, a correspondência de impressos, os programas de radiodifusão, as fitas de áudio, as fitas de vídeo, os programas televisivos em horários especiais como os transmitidos pela *BBC* de Londres (Inglaterra) ou pela TV Cultura de São Paulo (Brasil). [Cortelazzo, 1997]

Ao longo do tempo, novas tecnologias têm sido incorporadas a essa modalidade de educação. Inicialmente, conhecida como ensino por correspondência, baseava-se na utilização de materiais distribuídos pelo serviço postal. Mais tarde, incorporou novas tecnologias, tais como rádio, televisão e computadores, que contribuíram para uma melhoria na comunicação entre professores e alunos, permitindo a troca de experiência e vivência dos alunos e, conseqüentemente, otimizando o tempo de resposta. Com o desenvolvimento da infra-estrutura de comunicação e a expansão das redes de computadores, novas tecnologias, como a *Internet*, passaram a ser utilizadas para a realização de cursos a distância. [Tessarollo, 2000]

Como já foi mencionado, a história da educação a distância está atrelada aos recursos tecnológicos disponíveis. Dessa forma, Litwin [Litwin, 2001] afirma que livros, cartilhas ou guias especialmente redigidos foram as propostas iniciais; a televisão e o rádio constituíram os suportes da década de 70; os áudios e vídeos, da década de 80; nos anos 90, a incorporação da *Internet* e os programas especialmente concebidos para os suportes informáticos aparecem como os grandes desafios dos programas. A Fig.1.1 tenta apresentar a evolução do uso das mídias na EAD com o passar das décadas:

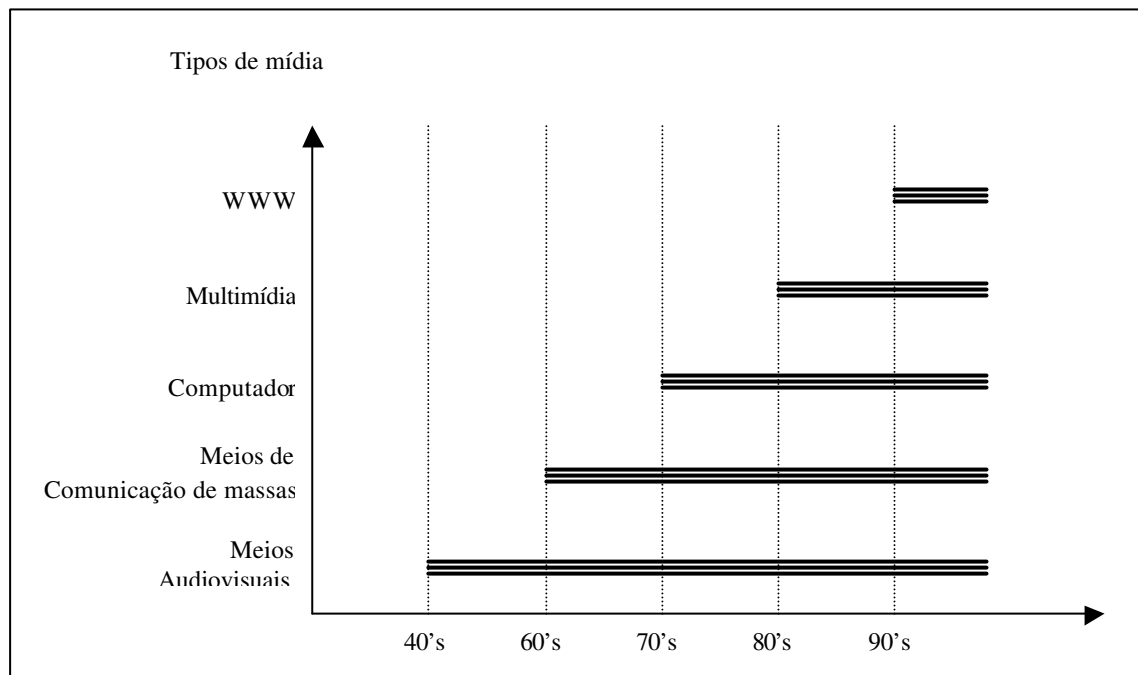


Fig.1.1 – Uso das mídias com o passar das décadas.

O acesso à informação não é equivalente ao acesso ao conhecimento e às oportunidades de educação. O uso de novas tecnologias representará um progresso no âmbito da Educação a Distância se isso for feito para criar melhores oportunidades educacionais para a aprendizagem, e não simplesmente para prover uma quantidade cada vez maior, e em algumas ocasiões excessiva, de informação. [Mercer & Estepa, 2001]

De fato, a distância física deixou de ser a característica principal da Educação a Distância, e, em grande medida, isso se deve à utilização das novas tecnologias, as quais permitem a comunicação entre os alunos, assim como dos alunos com os professores e com as instituições, simultaneamente ou de forma assíncrona. [Mansur, 2001]

As instituições devem intervir para que, através dos sistemas de comunicação, circule algo mais do que a mera informação. O objetivo consiste em substituir no espaço informático "a informação como objeto" por "a educação como propósito" [Mansur, 2001].

Os estudos que foram realizados sobre desenvolvimento da compreensão mediante o ensino através do computador revelam a potencialidade desse recurso para obter aprendizagem significativa em diversas áreas do conhecimento. O meio informático permite o tratamento integrado de diferentes notações simbólicas - gráficas, lingüísticas, musicais, matemáticas, em tempos reais e dinâmicos, possibilitando a transformação de um tipo de representação em outro, a resolução de problemas diversos e o desenvolvimento das habilidades metacognitivas necessárias para a regulação dos próprios processos de aprendizagem [Coiçaud, 2001].

Entende-se, portanto, que a utilização dos melhores meios para se estudar na modalidade está mais relacionada à implementação de boas propostas de ensino e aprendizagem do que às características intrínsecas dos recursos, mesmo que se admita a potencialidade educacional de muitos deles.

1.6 – A Quem se Destina a EAD

O Ensino a Distância, direcionado para uma determinada região geográfica, por maior ou menor que seja sua extensão, atende aos mais variados grupos de pessoas, desejosas de estudar. Uma das vantagens da EAD é a possibilidade de enfrentar as diferenças individuais, respeitando o ritmo pessoal de aprendizagem do aluno. Segundo Del Mestre e Paldao [Del Mestre & Paldao, 1978]: "O estudante de ritmo rápido pode render acima da média e um estudante lento pode avançar na velocidade que seja capaz, sem ter a sensação de sua diferença com os outros estudantes" [Ferreira & Moulin, 2000].

Litwin [Litwin, 2001] afirma que os projetos de Educação a Distância destinados a uma população adulta permitem responder pontualmente a seus interesses e a suas vocações vinculados à produção, visto que, graças a seu alto grau de flexibilidade, podem adaptar-se aos novos desenvolvimentos. Também possibilitam a adoção de técnicas e estratégias novas, permitem mudanças nas orientações para o trabalho e, essencialmente, transformam a

educação permanente em um espaço à disposição dos alunos, sempre mutável, múltiplo, atento aos interesses da produção e dos desafios científicos e tecnológicos.

Desde os seus primórdios a EAD foi pensada com base na democratização da oferta: um meio de se alcançar regiões distantes dos centros de excelência acadêmica e uma possibilidade de um número maior de estudantes ter acesso aos docentes especialistas em cada área. Como já foi citado, com os avanços das tecnologias muda-se a forma dos alunos se corresponderem entre si e com os docentes: do correio se passou ao uso do telefone e fax, as vídeo conferências conseguiram aproximar ainda mais os estudantes e docentes, simulando uma aula presencial, atualmente o correio eletrônico vem trazer velocidade à comunicação. Em todos os casos, as boas propostas de Educação a Distância nunca implicaram o barateamento dos custos, mas fundamentalmente o compromisso com uma proposta pedagógica coerente, privilegiando-se, mais do que a redução de custos, a produção de materiais de qualidade para o estudo, fluidez na comunicação de modo a favorecer os processos de compreensão e o intercâmbio de informações e, com isso, encorajar o prosseguimento dos estudos. Dessa forma, a EAD, assim como todo o sistema universitário do Brasil, continua sendo elitista, restando à grande massa populacional somente os cursos com menor compromisso pedagógico. Cabe aos envolvidos na EAD o desenvolvimento de cursos de qualidade, atingindo os setores marginalizados da educação, mas a verdadeira proposta de democratização tem que atravessar o mesmo longo caminho que trilha a educação pública convencional.

Em uma época caracterizada pelo desenvolvimento de novas tecnologias que permitem a comunicação interativa ou virtual com qualquer parte do mundo, superando barreiras espaciais e temporais através das grandes vias eletrônicas, oferecer migalhas da cultura por meio de recursos limitados e limitantes em relação às possibilidades oferecidas por outros meios ajuda a aumentar a desigualdade social existente entre os que dispõem de todas as fontes que dão

acesso ao conhecimento e os que são rechaçados dessa possibilidade.
[Coïgaud, 2001]

1.7 – Os Papéis na Proposta de EAD

- O Administrador do Sistema

Um ator que é pouco mencionado nas propostas de EAD é o administrador. Ele trata de questões operacionais, como por exemplo, a matrícula dos alunos e o acesso dos indivíduos ao sistema [Bosnardo, 2001]. O administrador gera novas páginas, acrescenta as novas atividades ou cria um grupo de discussão, quando necessário [Tessarollo, 2000].

- O Profissional de Tecnologia

A instituição que oferece graduação a distância, além dos professores especialistas nas disciplinas ofertadas e parceiros no coletivo do trabalho político-pedagógico do curso, deve contar com as parcerias de profissionais das diferentes áreas de Tecnologias da Informação e das Comunicações [MEC, 2000].

- O Tutor

Um tema recorrente dos novos materiais, sejam páginas *Web* ou os clássicos textos impressos da Educação a Distância, nas novas universidades de todo o mundo, é a orientação dos estudantes por meio da figura do tutor. As tarefas dos tutores nos programas de EAD consistem, da perspectiva da aprendizagem dos estudantes, em orientar e reorientar os processos de compreensão e de transferência. Do ponto de vista do ensino, os tutores concebem atividades complementares que favorecem o estudo de uma perspectiva mais ampla ou integradora, atendendo às situações e aos problemas particulares de cada aluno. Favorecem também o intercâmbio entre estudantes e formulam as propostas para esse fim. Dado o impacto das novas tecnologias na modalidade, as atuais propostas de tutoria foram substituindo os

clássicos encontros, que ocorrem nos cursos semipresenciais, pela utilização de canais de comunicação como o correio eletrônico [Litwin, 2001].

- O Monitor

O papel do tutor é o de orientador da aprendizagem do aluno. Ele determina tópicos de estudo, sugere novas leituras ou atividades, auxilia o aluno na construção do seu próprio caminho, corrige provas e exercícios. Este ator pode ser um programa interativo, com instruções pré-determinadas. Já o monitor é aquele que acompanha o aluno no decorrer do curso, podendo ajudar e supervisionar grupos de estudantes em trabalhos de equipe. Certamente os papéis de professor, tutor e monitor podem ser supridos por um só indivíduo, o que geralmente não acontece em sistemas mais complexos [Bosnardo, 2001].

- O Professor

É engano considerar que programas à distância podem dispensar o trabalho e a mediação do professor. Nos cursos de graduação à distância, os professores vêem suas funções se expandirem. Segundo Authier [Authier, 1998], "são produtores quando elaboram suas propostas de cursos; conselheiros, quando acompanham os alunos; parceiros, quando constroem com os especialistas em tecnologia abordagens inovadoras de aprendizagem". Portanto, são muito mais do que simples "tutores" como tradicional e de forma reduzida os professores-orientadores que atuam à distância vêm sendo denominados [MEC, 2000].

Em uma aula *online*, o professor deve assumir um novo papel, tornando-se o facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Nesse ambiente não é possível se posicionar na frente da sala de aula e fazer exposições para uma audiência concentrada. Qualquer professor que tentar ensinar dessa forma para um grupo de alunos *online* irá rapidamente fazer com que eles se desinteressem pela aula e comecem a fazer atividades paralelas, como enviar mensagens uns aos outros ou formar seus próprios grupos de discussão. O professor não é único "entregador da informação", mas o coordenador do processo de ensino-

aprendizagem. Estimula, acompanha a pesquisa e debate os resultados com os alunos [Tessarollo, 2000].

Embora o ensino esteja mudando, o papel do professor ainda é o de guia e de detentor do conhecimento [Lawhead et al., 1997 apud Bosnardo, 2001]. Todavia, por indicar o melhor caminho a seguir, o professor passa a ser um facilitador e não mais um orador, pois a apresentação do assunto em estudo passa a contar com o auxílio da tecnologia utilizada. A responsabilidade do professor está em criar situações de aprendizado, prover oportunidades de comunicação entre os participantes, identificar as dificuldades dos estudantes e responder as dúvidas, podendo também elaborar o material didático ou deixar essa tarefa para um terceiro [Bosnardo, 2001].

A denominação professor-orientador, professor ou tutor, para esse profissional de cursos de graduação a distância, é uma decisão da instituição. Há quem prefira a última para enfatizar a responsabilidade individual entre aquele que orienta e seu orientado. Outros optam pela primeira para destacar não apenas "acompanhamentos" individuais de alunos e sim a responsabilidade coletiva de compartilhamento, pesquisa e parceria educacional com outros professores, comunicadores e alunos na criação e reflexão democrática sobre cultura, ciência, tecnologia e trabalho a serviço da humanização e da superação de problemas do mundo presente [MEC, 2000].

- O Aluno

O aluno, por sua vez, continua desempenhando o papel de aprendiz [Consuelo, 1996 apud Bosnardo, 2001]. Ele pode trabalhar isoladamente ou colaborativamente com outros estudantes, porém, ao invés do aluno ser um receptor passivo como na educação presencial tradicional, ele passa a ter a liberdade de poder trabalhar no seu próprio ritmo, ficando livre para descobrir e explorar, tornando-se responsável por sua própria aquisição de conhecimento [Lawhead et al., 1997 apud Bosnardo, 2001].

1.8 - Implementação

A implementação da Educação a Distância não se baseia em um modelo rígido, mas exige uma organização que permita ajustar de forma permanente as estratégias desenvolvidas, sendo portanto peculiar à modalidade a utilização de uma multiplicidade de recursos pedagógicos com o objetivo de facilitar a construção do conhecimento.

Como na EAD não existe uma sincronização de tempo e espaço entre o docente e os alunos, o aluno não está ancorado ao desenvolvimento de uma turma, como ocorre na maior parte dos cursos presenciais, o que dá uma certa autonomia ao estudante em relação à escolha de espaços e tempos para o estudo. Muitas vezes essa autonomia do aluno é confundida com autodidatismo. Autodidata é o estudante que seleciona os conteúdos e não conta com uma proposta pedagógica e didática para o estudo, sendo chamado de autodidatas os alunos que, embora estejam matriculados em um curso presencial, não assistem regularmente à aula, mas optam pela figura do chamado "aluno livre".

Embora a modalidade a distância permita uma organização autônoma dos estudantes, não se deve esquecer que nela selecionam-se os conteúdos, orienta-se o prosseguimento dos estudos e propõem-se atividades para que os estudantes resolvam os mais complexos ou os mais interessantes problemas. Os programas de Educação a Distância contêm uma clara proposta didática, talvez, e em contradição com as crenças mais comuns, com maior conteúdo didático do que as situações presenciais.

Nos cursos por correspondência, as relações estabelecidas entre a instituição de ensino e o aluno tinham como objetivo primordial oferecer *feedback* sobre o desempenho dos alunos nos trabalhos e exercícios. Ao aluno cabia a tarefa de ler e absorver o conteúdo, seguir os procedimentos e seqüências definidas e fazer os exercícios propostos no próprio material. Desse modo, a experiência de aprendizado era eminentemente individual, isolada e baseava-se quase que exclusivamente na distribuição e utilização de materiais, isto é, na transmissão de conteúdos e habilidades [Struchiner et. al, 1998]. No

paradigma da EAD é necessário que a educação seja encarada como um processo do qual o aluno tem que participar de forma ativa, é necessário que seja criado um ambiente onde o aluno possa refletir, analisar e tirar conclusões, ultrapassando o simplesmente acompanhar de fórmulas prontas.

Conhecer as características sócio-cognitivas dos alunos que se inscrevem na modalidade e programar estratégias didáticas que considerem e respeitem a diversidade das pessoas constituem propósitos complexos que comprometem o desenvolvimento de toda a proposta. [Coïcaud, 2001]

Neil Mercer [Mercer & Estepa, 2001], partindo de uma perspectiva sociocultural da Educação a Distância, observa que, durante as primeiras fases de concepção de um curso, a equipe de trabalho deveria elucidar os preconceitos que se apresentam em relação aos alunos: o nível de compreensão e de conhecimentos que se supõe que possuam e as "regras básicas" que aplicam à respectiva área de estudo. Sempre que possível, é importante incluir na equipe do curso pessoas que tenham sido docentes dos grupos de alunos aos quais o curso será destinado, e, se isso não for viável, dever-se-ia pensar em sua participação como "leitores críticos" dos materiais elaborados, o que permitiria construir as propostas a partir dos conhecimentos compartilhados.

Nos projetos de EAD, os materiais escritos foram considerados historicamente como o principal instrumento de que dispõe o docente para construir sua proposta de ensino. Esse é o motivo pelo qual o texto impresso se constituiu no meio mestre na maioria das propostas. Adquire especial relevância nesse ponto o papel que, na última década, começaram a desempenhar os desenvolvimentos informáticos nos programas de Educação a Distância em relação à produção de materiais. Por um lado, os avanços produzidos no suporte tecnológico informático possibilitaram que a informação textual, provida tradicionalmente pelos impressos, possa ser transmitida por meio de um computador, provocando modificações substanciais nas formas como os alunos acessam ou utilizam os textos. O suporte informático permite aos usuários acesso a maior quantidade de informação codificada nos mesmos sistemas

simbólicos dos materiais impressos tradicionais, com a vantagem da rapidez e da interatividade (Moreira, 1994). Além desse novo uso dos materiais textuais, outra contribuição das novas tecnologias é permitir incorporar múltiplas formas de representação para transmitir significados. A outra preocupação central diz respeito às possibilidades oferecidas por um material escrito para conseguir que os novos saberes se incorporem à estrutura cognitiva de quem aprende. Nesse sentido, redigir bons materiais implica pôr em jogo estratégias didáticas variadas para favorecer a compreensão. [Soletic, 2001]

1.9 – Alguns Problemas na EAD

- Falta de relacionamento direto entre aluno e professor

A própria assimetria de tempos e espaços, apontada como justificativa para a existência da EAD, torna-se um problema devido à falta de um relacionamento mais direto entre docente e aluno.

A assimetria de tempos e espaços, nos quais têm lugar os processos de ensino e aprendizagem nos programas de EAD, obriga a pensar a especificidade das propostas de ensino implícitas nos materiais escritos. A partir de uma perspectiva de comunicação docente-aluno, a principal característica do campo da educação a distância é a impossibilidade de se estabelecer uma relação direta e, com isso, de ter uma recepção imediata das preocupações, dificuldades e perguntas que surgem nos alunos no momento de aprender. Isso quer dizer que quem escreve não pode conhecer a resposta do leitor no momento da leitura, nem perceber sua necessidade de formular perguntas ou levantar dúvida, seu desejo ou interesse de participar da construção de certos saberes ou de certas habilidades, a forma como os conteúdos ensinados estão relacionados com seus interesses ou com sua formação prévia. [Soletic, 2001]

Um dos grandes problemas enfrentados pela EAD é como levar a educação até o aluno sem a existência da interação com o docente e os demais colegas de turma. É necessário preencher a falta destes através de uma

mediatização baseada em atividades pedagógicas que consiga fazer com que o conhecimento chegue até o aluno, essa mesma mediação deve ser usada nas aulas presenciais de forma a levar o conhecimento adquirido até o mundo real. Sobre isso discorre Mansur:

Uma problemática incluída entre as questões a que se tenta responder a partir do regime acadêmico, e que hoje é representada como relevante para a pesquisa, é o que na psicologia cognitiva foi denominado de processos de transferência. Fala-se sobre como ensinar, de modo que os alunos apliquem o que aprenderam em uma disciplina específica a outras disciplinas ou a situações exteriores no âmbito escolar. Nesse sentido, dado que a transferência ao nível superior deverá estabelecer pontes com os campos profissionais e com a realidade ocupacional, essa será uma contribuição substancial para repensar atividades, exercícios e gráficos, quer eles se encontrem em um texto impresso, em uma página *Web*, quer sejam parte de um hipertexto [Mansur, 2001].

A comunicação mediatizada também faz com que o professor não se sinta compelido a propor maneiras variadas de formulação ou de explicitação, nem a apelar a recursos gestuais e expressivos em sua exposição. Essas particularidades, as quais têm profundas implicações na tarefa docente, outorgam à função de comunicação do material uma grande importância, na medida em que o texto deve ser o responsável por estabelecer a relação entre os participantes, despertar o interesse, gerar perguntas valiosas, antecipar dificuldades, apresentar resoluções, estimular a agir. [Soletic, 2001]

- Propostas auto-suficientes

Outro problema é que muitas das propostas se encaminham para o campo da auto-suficiência. Os materiais não são auto-suficientes, por esse motivo, as propostas auto-suficientes estão sendo lentamente substituídas por outras mais flexíveis, nas quais pelo menos boa parte dos materiais se encontra em permanente revisão e atualização. Soletic [Soletic, 2001] aponta como se comportam as propostas que se afastam da auto-suficiência: Nesses casos, os alunos têm acesso a uma multiplicidade de materiais bibliográficos, que são

renovados de acordo com as mudanças no campo e com os avanços na pesquisa, aos quais se acrescentam guias de estudo através das quais se explicita a proposta de ensino e se orienta a aprendizagem. A partir desses projetos, a diversificação de materiais escritos tem como propósito, sobretudo nos programas universitários, incorporar as mais recentes produções científicas acadêmicas e, além disso, permitir que o aluno reconheça a adoção de múltiplas perspectivas e posturas.

As propostas de Educação a Distância buscam resolver os problemas da comunicação criando, através da linguagem escrita, uma comunicação fluída entre professores e alunos, a qual, em termos das propostas clássicas dessa modalidade, denominou-se "educação dialogada". Uma linguagem clara, direta e expressiva pode transmitir ao estudante a idéia de que ele é o interlocutor permanente do professor e que ambos participam de maneira conjunta da construção desse conhecimento específico. Nesse diálogo, o docente demonstra não perder de vista que o aluno está trabalhando sozinho e que necessita de orientações adicionais, já que não pode contar com um professor que dê explicações complementares ou alternativas, como ocorre no sistema presencial. Dessa maneira, a linguagem permite expressar as intenções e as preocupações de quem ensina por meio dos processos de quem aprende. Ao mesmo tempo, o aluno pode perceber que é o docente quem lhe apresenta a proposta e lhe sugere uma seqüência de ensino, tornando mais explícita a idéia de construção orientada dos conhecimentos [Soletic, 2001].

- Massificação da Educação

Outro problema ao qual a EAD está sujeita é a massificação, ou seja, pode ocorrer uma padronização do ensino a ponto de se obter uma homogeneização do conhecimento de forma a cessar novas investigações. Sobre esse assunto muitos autores mostram a sua opinião. [Alves, 1994], [Carvalho,2001],[Coíçu,2001], [Ferreira & Moulin, 2000], [Luckesi,1989] e outros.

O impacto causado por essa verdadeira revolução no processo ensino/aprendizagem, a EAD, provocou reações diversas nos educadores. Para

alguns, seria uma forma de aumentar as oportunidades educacionais e a via mais rápida para a democratização do ensino. Outros percebem a EAD como uma forma de educação de massa, que levaria à padronização dos conhecimentos, sem que houvesse flexibilidade na forma de mediação do ensino, seja para propiciar formas de interagir com o material instrucional, seja para atender aos interesses e necessidades individuais [Ferreira & Moulin, 2000].

No entanto, é preciso buscar o equilíbrio, fugindo ao puro regionalismo, como lembra Luckesi [Luckesi, 1989] com relação à ideologia subjacente aos conteúdos das matérias instrucionais: "O ensino a distância deve estar atento ao local e ao comunitário, assim como ao universal. O ensino a distância, com sua característica massiva não está posto para destruir culturas locais e nacionalidades, mas sim para criar condições para que culturas locais e comunitárias se reelaborem com os conteúdos e os recursos metodológicos das ciências e da filosofia. A cultura elaborada que compõe a EAD não deverá estar posta para suprimir valores comunitários ou possíveis configurações culturais e materiais de nacionalidade, mas para oferecer a todos oportunidades de aquisição de instrumentos necessários à sobrevivência".

- Elitização do Ensino

É comum a EAD receber as mesmas críticas endereçadas ao ensino público superior no Brasil. Sob a proposta de democratização pode surgir uma nova forma de elitização do ensino, uma vez que uma proposta séria deve contar com apoio tecnológico de ponta, apenas acessível a um pequeno grupo, privilegiado, da população brasileira.

Até que ponto a EAD pode contribuir para a democratização do ensino? - A reflexão sobre essa questão nos leva a um impasse. Se por um lado, são inegáveis as possibilidades de ampliação das oportunidades de acesso ao ensino por meio da EAD, alguns autores chamam atenção para o caráter elitista que esta modalidade de ensino pode assumir, na medida em que o acesso às novas tecnologias, de modo geral, está restrito às minorias privilegiadas e tarda

a se generalizar. Esse quadro permite inferir que, embora a mediação professor x aluno em EAD, no Brasil, já se utilize de recursos tecnológicos avançados, a forma de manter seu caráter democrático aponta para a utilização, em larga escala, de material impresso. É inegável que a escola virtual ainda é a escola do futuro e que por muito tempo ainda irá conviver com modelos de ensino à distância que se apóiam, principalmente, em material impresso, por vezes associado a outras tecnologias [Ferreira & Moulin, 2000].

- Individualização do aluno

Se, no processo de EAD, o aluno acabar trabalhando de forma isolada, surgirá nele uma individualização que pode aumentar o sentimento de egoísmo inerente à natureza humana. É necessário criar um ambiente de forma que o aluno não se sinta isolado e desamparado, sendo que as novas tecnologias de Comunicação e Informação podem ser usadas para diminuir esse isolamento.

Restringir a presença de egocentrismo ou egoísmo próprios da natureza humana e potencializar uma vida harmoniosa no domínio das Tecnologias da Informação e da Comunicação [Pereira & Esteves, 2000].

- Uso incorreto das tecnologias disponíveis

Muitas propostas tentam repetir à distância o ensino presencial, utilizando a tecnologia disponível como o veículo para reduzir a distância e aproximar, copiar, o modelo presencial na EAD. Essas propostas não conseguem realmente envolver o aluno em um processo de educação, pois é necessário se ater justamente nas peculiaridades da proposta e tirar o melhor proveito possível dessas peculiaridades.

A maioria das instituições disponibiliza ensino a distância usando muitas vezes programas tradicionais, inadequados a determinados tipos de tecnologia e sem tirar o maior proveito do uso da mesma [Pereira & Esteves, 2000].

- Alta taxa de abandono

Deve-se propor novas alternativas para a alta taxa de abandono como problema histórico da Educação a Distância [Mansur, 2001].

Faz parte da didática da EAD o combate a um dos seus grandes problemas, a desistência por parte dos alunos. Como o aluno não está acompanhando o curso em um campus normal, onde se pode trocar opiniões e experiências com outros colegas, muitas vezes acaba se afastando do objetivo proposto e termina por abandonar o curso. É necessário criar mecanismos de excitação que compensem a falta de um ambiente naturalmente mais propício para o desenvolvimento dos estudos e que conquistem o aluno evitando o seu afastamento do curso. Como indicado por Litwin [Litwin, 2001], o avanço das telecomunicações e os desenvolvimentos computacionais propiciam diversas formas de se alcançar esse objetivo, e é nessa linha que está centrado o objetivo deste trabalho.

O abandono pode ocorrer quando o aluno, ao encontrar algum problema que não consegue resolver, não possui o estímulo necessário para continuar ou uma indicação que o conduza para uma solução do problema em questão. É necessário criar vias de comunicação do docente com os alunos e dos alunos entre si, para que o aluno tenha como pedir auxílio quando chegar a um ponto onde seus esforços individuais já não são mais suficientes. Também é necessário criar estímulos de forma que a tarefa de aprendizagem seja realizada de forma mais amena.

1.10 - Fatores de estímulo na EAD

Como foi verificado no item anterior, um dos grandes problemas na EAD, que também está presente na educação presencial, é a falta de estímulos no processo de aprendizado, que faz com que o aluno acabe se desinteressando do objeto de estudo. É necessário criar mecanismos que estimulem a investigação por parte do aluno, fazendo com que o objeto de estudo seja

naturalmente explicitado. Sobre esse tema existe uma vasta gama de exemplos na literatura.

Os materiais de curso deverão ser concebidos de forma a estimular os alunos a desempenhar um papel ativo em sua própria aprendizagem. [Mercer & Estepa, 2001].

O processo de aprendizagem compreendido como baseado na idéia de construção do conhecimento é possível somente através da interação entre os sujeitos e os objetos de conhecimento, que pode ser mediada tanto presencialmente quanto à distância. [Fagundes, 1996].

Observa-se que há uma reavaliação da utilização das mídias impressas, buscando-se adequá-las a um discurso mais direto, interativo, motivador, apropriado para uma comunicação à distância, complementado o textual verbal com o visual através de desenhos, figuras, mapas, quadros e outros complementos. Proliferam os materiais impressos acompanhados de fitas de áudio e fitas de vídeo. Os estudos das últimas décadas, enfatizando a existência de múltiplas inteligências [Gardner, 1984], os diferentes estilos de aprendizagem, servem como suporte à utilização dessas tecnologias na Educação a Distância. [Cortelazzo, 1997]

Os programas de áudio, de vídeo e todos os multimeios presentes na comunicação social precisam ser resgatados pelos professores e pela Escola como outros elementos constitutivos dos ambientes educacionais dentro e fora da Escola. A Escola deve se abrir ao acesso aos novos ambientes pedagogicamente relevantes trazendo o mundo real para dentro da sala de aula e levando um pouco da sala de aula para a comunidade onde a Escola se insere. [Cortelazzo, 1997]

Quando se cria um curso para a *Web* é preciso incluir vários mecanismos que permitam aos estudantes interagirem com todas as informações disponíveis, ou seja, realizar tarefas relacionadas ao contexto das informações transmitidas. [Tessarollo, 2000]

As boas propostas de ensino incluem sugestões de contextualização, explicações, exemplos, aplicações, justificações, comparações e contrastes,

analogias, contradições e generalizações. Um recurso argumentativo simples que permita ao aluno criar rupturas na leitura linear de um texto é, por exemplo, recorrer à formulação de perguntas como meio de descobrir um problema ou criar uma contradição, fazendo com que o aluno perceba o que o cerca. Da mesma forma, a utilização de recursos visuais, como gráficos, diagramas e quadros, ajuda substancialmente a compreender um texto e permite o aprofundamento nas diferentes inter-relações entre os itens tratados. Tais ajudas visuais facilitam e promovem a integração de conceitos, constituindo uma importante ferramenta do ponto de vista cognitivo. [Soletic, 2001]

1.11 - Conclusões

Em um futuro próximo não teremos mais essa dicotomia de ensino a distância e presencial. Haverá, isto sim, uma modalidade híbrida, com fusão do que há de mais positivo em cada um. A figura do professor não será descartada porque a ele caberá o papel de Orientador, de Coordenador do plano de estudo do aluno. [Ferreira & Moulin, 2000]

Neste momento, embora a EAD sinalize para a democratização da socialização do conhecimento, esbarra na condição sócio-econômica do povo brasileiro. [Ferreira & Moulin, 2000]

EAD, além das razões que a justificam, pode assumir um novo papel. Sempre se falou que a Escola deve preparar para a vida. Mas, na verdade tem-se a impressão de que ela às vezes tem estado à margem da vida, livresca, verbalista, massificadora. Assim EAD assume novas concepções: não só podendo atender a indivíduos em interação social de modo cooperativo, mas também passando a servir à aprendizagem contextualizada, na vida, tanto para as novas gerações quanto para os indivíduos em atividades que necessitam constantemente reaprender o antes aprendido, ou aprender novas representações e novas formas de conhecimentos e de práticas. [Fagundes, 1996]

Como apresentado por Litwin [Litwin, 2001], não se pode perder de vista que a tecnologia mais moderna não garante a qualidade da proposta de EAD. Os materiais, sejam eles concebidos para uma página *Web* ou para um livro, encerram desenvolvimentos de conteúdos; sua qualidade não está relacionada ao suporte, mas aos conteúdos que ali se desenvolvem e às atividades que possam gerar uma boa aprendizagem.

Capítulo 2

Recursos Tecnológicos Disponíveis para EAD

A evolução da EAD tem sido historicamente marcada pela introdução de novas tecnologias. Surgindo, no século XIX, com o caráter de “Ensino por Correspondência” baseado em textos impressos, no século XX, a EAD sofreria grande impacto diante da utilização como veículos educativos, do rádio, após os anos 30, e da televisão, após os anos 50 [Ferreira & Moulin, 2000].

Na década de 80, a EAD passa a ser mediada por “Sistemas Integrados”, que se caracterizam pela integração, aos modelos EAD, das tecnologias da comunicação (microondas, satélites, cabo) e da informática (*software*, *CD-ROM*). Essa tendência continua nos anos 90 marcando o surgimento da Escola Virtual, que se utiliza, principalmente, da *Internet*.

Atualmente, a Educação a Distância pressupõe o uso de tecnologias de comunicação e informação, integradas ao processo de ensino-aprendizagem. Porém, até os anos 80, as tecnologias disponíveis para produção de cursos, acesso a eles e interação entre participantes restringiam-se ao material impresso, programas de áudio, vídeo e transmissões em TVs e rádios educativas. Com a evolução tecnológica, novas tecnologias passaram a ser utilizadas nos cursos à distância. Hoje, o uso da *Internet*, satélites, fibras óticas e seus aplicativos permitem interagir à distância em tempo real com eficiência crescente. A integração entre computador, televisão e telecomunicações, aliada à redução dos custos e ao aumento do poder dos processadores, projeta para os próximos anos a tendência da utilização desses meios em larga escala, não apenas nos locais de trabalho, como também no ambiente escolar e doméstico [Tessarollo, 2000].

Para mostrar as várias tecnologias, historicamente utilizadas na EAD, será feita uma descrição dessas tecnologias, partindo do rádio e chegando na *Internet*. Além da descrição das tecnologias, dois outros fatores importantes são apontados em cada uma delas: sincronismo e direção.

Sincronismo, conforme apontado por Carvalho [Carvalho, 2001], é a relação entre fatos sincrônicos ou síncronos, ou seja, que ocorrem ao mesmo tempo. Fatos concomitantes ou contemporâneos. Existem tecnologias que permitem a comunicação entre a fonte emissora e a receptora somente quando estão em sincronia. São designadas por síncronas. Caso contrário, são designadas por assíncronas.

A forma de sincronismo da tecnologia que apóia um determinado curso a distância é importante na elaboração do seu método, pois pode proporcionar uma independência de tempo para o aluno, como já foi dito anteriormente. A utilização de tecnologia assíncrona permite que o aluno tenha acesso à informação veiculada por ela no momento que lhe for mais adequado. O mesmo não acontece com a tecnologia síncrona.

A direção diz respeito ao sentido da comunicação entre o docente e o aluno, permitido por determinada tecnologia. Algumas tecnologias permitem a comunicação em somente um sentido, ou do docente para o aluno, ou do aluno para o docente. Neste caso, são denominadas por unidirecionais. Outras permitem a comunicação nos dois sentidos e são denominadas por bidirecionais.

Da mesma forma apontada para o sincronismo, a direção também é importante na elaboração do método de um determinado curso a distância, pois sendo ela bidirecional irá permitir ao docente e ao aluno um maior *feedback* e conseqüentemente uma maior interação entre ambos.

2.1 – Impressos e Fotocopiados

Os primeiros cursos a distância a serem oferecidos eram os de ensino por correspondência, que se utilizavam de material impresso que era transmitido e recebido dos alunos, via correio.

Embora o desenvolvimento tecnológico tenha acrescentado, ao repertório de ferramentas disponíveis ao educador à distância, uma gama enorme de tecnologias de informação, o material impresso continua a ser um componente significativo dos programas de EAD, como opção isolada ou combinada com tais ferramentas.

Infelizmente, a História tem mostrado que as novas tecnologias não são assimiladas por toda a sociedade, ao mesmo tempo. Existem, sempre, grupos sociais que ficam totalmente excluídos dos novos avanços tecnológicos, mesmo nos países mais desenvolvidos. Muitas vezes, quando conseguem acesso a determinada tecnologia, já existe uma outra, mais avançada, que a substituiu em determinados grupos sociais mais privilegiados. Esses grupos sociais, que não têm acesso às últimas inovações tecnológicas, existem por vários fatores impeditivos, tais como: baixo nível de educação; limitação cognitiva e necessidades especiais; falta de habilidade; limitação econômico/financeira; entre outros. Por tais motivos, é importante que se esteja preparado para a utilização dos meios impressos por um bom tempo, se o objetivo for atingir, inclusive, os excluídos da educação, apesar do avanço tecnológico e da melhoria de qualidade por ele proporcionada, desde que bem empregado, no que diz respeito à EAD.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

Exemplos: Livros textos, guias de estudos, livros de exercícios, apostilas, estudos de casos.

2.2 – Rádio

São muitas e bem sucedidas as experiências radiofônicas na modalidade de EAD.

Na América Latina, a radiodifusão responde às necessidades das áreas rurais, por exemplo, uma vez que é uma tecnologia de baixo custo e prática para o aluno-ouvinte e alcança os mais distantes locais, mesmo onde não haja energia elétrica. Não necessita atenção concentrada, isto é, o cortador de cana, por exemplo, pode cortar cana e ouvir o rádio; a dona de casa pode fazer suas tarefas e prestar atenção ao programa radiofônico ao mesmo tempo. A radiodifusão trabalha com a oralidade, característica básica da tradição cultural dessas populações rurais. Muitos autores enfatizam esse aspecto de oralidade, bem como do aspecto interpessoal que o processo de comunicação deve apresentar. Esse aspecto é fundamental na preparação da distribuição da informação através de radiodifusão. Os educadores, em geral, e os preparadores de materiais didáticos de EAD não podem desconsiderar esse aspecto com risco de não atingir seus objetivos embora seus materiais sejam, teoricamente, de alta qualidade de conteúdo [Cortelazzo, 1997].

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Unidirecional.

2.3 – Televisão

Recurso utilizado para transmissão de imagem dinâmica e som (ao vivo ou previamente gravados), acessível a uma expressiva parte da população. O conteúdo a ser transmitido pode ser acessado abertamente ou por assinatura.

Alguns programas televisivos, considerados educativos, têm o formato de “telenovelas”, isto é, aquela característica de contar histórias, o que atrai um número significativo de telespectadores. Vários autores apontam para o fato de que o público tem “sua forma própria de absorver informação”. Integrando-se esse tipo de rádio e teledifusão (as radionovelas e as telenovelas, por exemplo)

às práticas de consultoria ou tutoria em que os alunos-ouvintes ou telespectadores possam questionar ou apresentar suas conclusões, cobrem-se outras características de interpessoalidade e de interatividade. [Cortelazzo, 1997]

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Unidirecional.

2.4 – Fitas

As fitas de áudio (em relação ao rádio) e as de vídeo (em relação ao cinema e à televisão) vieram possibilitar o “congelamento” da informação emitida em horário e locais em que os alunos-ouvintes ou espectadores não podem estar presentes, de modo que possam trabalhar com ela no espaço e no tempo disponível. Entretanto, Cortelazzo [Cortelazzo, 1997] enfatiza que não se pode perder de vista que essa rádio ou teledifusão tem que criar um ambiente educacional virtual envolvente e estimulador da curiosidade dos alunos.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Unidirecional.

2.5 – Telefone

É um recurso que possibilita a conversação direta entre o docente/tutor e o aluno para: transmissão de informações; resolução de problemas de ordem prática e intercâmbio.

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional.

2.6 – Fax

O fax, ou máquina de fac-símile, é um dispositivo de telecomunicação utilizando para enviar cópias de documentos (no formato escrito ou gráfico), através de linhas telefônicas, a outras máquinas de fax ou computadores. Uma máquina de fax utiliza-se de uma combinação das tecnologias para fotocopiadoras e *modems*.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.7 - Redes de Computadores

Na década de 80, as redes de computadores passaram, também, a ser usadas como tecnologias de EAD. Principalmente nas grandes empresas, os centros de treinamento desenvolveram tutoriais que eram usados pelos funcionários ou aspirantes a determinadas funções e muitos acreditavam que a instrução programada e os programas de computadores poderiam realizar toda a atividade de “ensinar” à distância, isto é sem a presença do professor ou do instrutor.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção Bidirecional e unidirecional.

2.8 - Teleconferência

A teleconferência consiste na geração via satélite de palestras, apresentações de expositores ou aulas com a possibilidade de interação via fax, telefone ou *Internet*. O conferencista ou professor faz sua apresentação em um estúdio de televisão. Fala “ao vivo” para o seu público alvo, que recebe a imagem em um aparelho de televisão conectado a uma antena parabólica sintonizada em um canal predeterminado. Teleconferência por satélite é essencialmente uma via de vídeo e uma via de áudio simultâneas, com a utilização de uma via de áudio ou fax como retorno para perguntas ou opiniões.

Possibilita disseminar informações a um largo número de pontos geograficamente dispersos, já que o acesso via satélite beneficia as comunicações em longa distância [Cruz & Barcia, 2000].

A teleconferência é um vocábulo genérico que se refere a uma variedade de tecnologias e aplicações, incluindo a audioconferência, a videoconferência e a conferência mediada por computador.

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional e unidirecional.

2.9 – Audioconferência

Audioconferência é a comunicação de áudio, na forma bidirecional, entre dois ou mais grupos ou três ou mais indivíduos, situados em locais separados. Os aparelhos telefônicos analógicos ou digitais (incrementados, ou não, por alto-falantes, microfones e dispositivos de áudio para facilitar múltiplas interações), são os meios mais utilizados atualmente.

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional.

2.10 – Conferência Mediada por Computador

Este sistema consiste da utilização de canais eletrônicos para facilitar a comunicação entre grupos de pessoas, situados em duas ou mais localidades diferentes, via computador. Com o potencial tecnológico a serviço da computação, é possível conseguir, com a combinação do que é oferecido, uma interação muito grande entre as pessoas envolvidas, se comparada às outras formas apresentadas.

Devido ao avanço da tecnologia da Informática, gerando ferramentas de apoio cada vez mais potentes, de utilização cada vez mais simples e com custo

cada vez menor, a tendência é de que tal ferramental tecnológico seja cada vez mais utilizado, em substituição aos outros apresentados.

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional.

Exemplos: Correios eletrônicos, listas de discussão, “*home pages*”, *browsers*, ambientes de interação através de vídeo e som (*CU-SeeME* entre outros), ambientes gerenciadores de aprendizado e outros.

2.11 – Videoconferência

Das tecnologias utilizadas no ensino a distância, a videoconferência é a que se aproxima da situação convencional da sala de aula, pois possibilita a conversa em duas vias, permitindo que o processo de ensino/aprendizagem ocorra em tempo real (*on-line*) e possa ser interativo, entre pessoas que podem se ver e ouvir simultaneamente. Devido às ferramentas didáticas disponíveis no sistema, ao mesmo tempo em que o professor explica um conceito, pode acrescentar outros recursos pedagógicos tais como gráficos, projeção de vídeos, pesquisa na *Internet*, imagens bidimensionais em papel ou transparências, arquivos de computador, etc. O sistema permite ainda ao aluno das salas distantes, tirar suas dúvidas e interagir com o professor no momento da aula, utilizando os mesmos recursos pedagógicos para a comunicação. [Cruz & Barcia, 2000]

Videoconferência é assim, uma tecnologia que permite que grupos distantes situados em dois ou mais lugares geograficamente diferentes se comuniquem “face-a-face”, através de sinais em áudio e vídeo, recriando, à distância, as condições de um encontro entre pessoas. A transmissão pode acontecer tanto por satélite, quanto pelo envio dos sinais comprimidos de áudio e vídeo através de linhas telefônicas.

O tipo mais simples de videoconferência é o que liga duas salas, ou ponto-a-ponto. As pessoas de cada sala vêem as da outra e a comunicação

acontece diretamente, após a conexão ter sido realizada. A comunicação é muito facilitada, já que todos podem ver/ser vistos e ouvir/ser ouvidos por todos os participantes. Em poucos minutos de transmissão, os interlocutores podem relaxar e, na maioria das vezes, esquecer que existe uma interface eletrônica propiciando o encontro.

A videoconferência multiponto permite realizar uma reunião com um grande número de salas interligadas. Para isso, é necessário um comando multiplexador que reúne os vários sinais de cada sala em uma única conexão. Apesar de estarem todas interligadas, a tecnologia atual permite que cada sala veja apenas uma de cada vez e sempre aquela que “está no ar”, ou seja, a que tem a palavra naquele momento. Isso porque o ponto que determina seu aparecimento na tela é aquele com mais atividade sonora ou definida por quem controla o sistema, que no caso da aula é o professor. Assim a pessoa que fala tem sua imagem enviada para todas as outras salas. Por não poder ver todas as salas ao mesmo tempo, o professor precisa interagir de maneira dinâmica com todos os alunos, de modo que não perca o contato com eles, principalmente os mais calados ou menos participativos. Pode-se perceber que, mais que o ponto-a-ponto, o multiponto traz uma série de complicações tanto técnicas quanto pedagógicas, que crescem conforme aumenta o número de salas conectadas.

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional e unidirecional.

2.12 – CBT (*Computer-Based Training*)

O treinamento baseado em computador, mais conhecido no Brasil pelo original em língua inglesa *CBT*, também é apontado na literatura como “*Computer Assisted Instruction*” (*CAI*) ou “*Computer Assisted Learning*” (*CAL*).

Trata-se de uma abordagem instrucional interativa, na qual o computador faz o papel do instrutor, proporcionando uma série de estímulos ao aluno que

vão desde questões a serem respondidas, a escolhas ou decisões a serem tomadas. O *CBT*, então, fornece o *feedback* baseado na resposta do aluno.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

Exemplos: Tutoriais, exercícios, avaliações, jogos e *software* e educacionais em geral.

2.13 – CD-ROM

O *CD-ROM* (*Compact Disc – Read Only Memory*) é similar a um CD (*Compact Disc*) utilizado pela indústria de gravações, que pode armazenar uma grande quantidade de dados, em um formato que pode ser, rapidamente, acessado por um computador. Os dados podem ser gravados em formato de multimídia. Uma vez gravados, os dados não podem ser apagados e nem novos dados podem ser armazenados. Seu uso na Educação a Distância é amplo, pois permite o ensino na modalidade *CBT*.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Unidirecional.

2.14 – Editores de Texto

Os editores de texto representam hoje a aplicação mais popular dos computadores pessoais. São *softwares* que permitem que os computadores pessoais substituam, com enormes vantagens, as máquinas de escrever. Existem no mercado uma grande variedade desses produtos, muitos de excelente qualidade.

Originalmente destinados a processar apenas texto, os melhores editores de texto são verdadeiros compositores de documentos, admitindo, não somente a elaboração de textos, mas também, tabelas, gráficos e desenhos. As principais tarefas que um editor de texto permite realizar são: a introdução do texto no

computador; a edição do texto; a formatação do texto; a inclusão de gráficos, tabelas e desenhos e a impressão do texto.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.15 – Sistemas de Realidade Virtual

Os Sistemas de Realidade Virtual ou Ciberespaços, visam levar o usuário a ter a impressão de que faz parte (como protagonista), do universo do *software* que está sendo executado pelo computador. Essa sensação é conseguida através de entradas e saídas que estimulam os órgãos sensoriais do usuário (através de capacetes com óculos especiais, luvas e equipamentos acústicos) e permitem uma interação dinâmica com o sistema. Na verdade, o usuário passa a ter a impressão de que tudo o que está vendo e sentindo (e com o qual está interagindo), faz parte do mundo real, mesmo que fantástico. A realidade virtual deve ser indistinguível da realidade, onde todos os efeitos são estimulados e todos os sensores são afetados.

Segundo Carvalho [Carvalho, 2001], tais sistemas são os ideais para a EAD, pois, simplesmente simulam todo o ambiente presencial. Apesar disso, tal tecnologia ainda está nos seus primórdios e os custos de tais equipamentos são muito altos.

Sincronismo: Síncrona e assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.16 – Internet

A partir dos anos 1990, a *Internet* abre uma outra possibilidade de se ampliar o ambiente escolar para além da sala de aula descrita acima. Setores especializados em EAD, nas mais diversas instituições educacionais, não só abrem espaços para uma comunicação mais interativa entre professores e alunos de Educação a Distância, como possibilitam que essa interação se estenda até especialistas, produtores de material didático tanto aqueles,

particularmente, preocupados com a Educação a Distância, quanto os que se dedicam à educação geral. [Cortelazzo, 1997]

Através da utilização dos materiais disponíveis na rede mundial de computadores, o aluno tem acesso às novas informações e autonomia na busca dessas informações, respeitando o seu próprio ritmo e estilo de aprendizagem. A transmissão das informações acontece de forma diferente do ensino presencial, ou seja, não precisa necessariamente acontecer em um ambiente restrito e o aluno não precisa estar em constante contato com o professor em sala de aula. Desse modo, a *Internet* com todas as suas modalidades de informação, permite a comunicação e cooperação entre pessoas a distância, assim como possibilita que cada um se torne fornecedor de informação e, ao mesmo tempo, usuário de informações qualitativas [Lucena & Salvador, 1999 apud Tassarollo, 2000]

Entre os anos de 1962 e 1972 se verificam os marcos conceituais e tecnológicos significativos que resultaram na aparição da *Internet* – rede que milhões de pessoas desfrutam seja para entretenimento, trabalho, pesquisa e/ou educação. J.C.R. Licklider com seu conceito “*Galactic Networking*”, Leonard Kleinrock e sua teoria dos “*packets switches*”, Lawrence G. Roberts e o desenvolvimento do conceito de rede de computadores, Bob Kahn e o desenho arquitetural do *ARPANET*, e outros pesquisadores com suas respectivas experiências levaram suas contribuições à introdução do correio eletrônico a princípios dos anos 70 (Leiner et al, 1997). A partir desse momento verifica-se um desenvolvimento brutal nesse setor tecnológico, o que favorece a criação de diversas ferramentas que são rapidamente utilizadas como meios de comunicação e de atualização e acesso da informação. [Pereira & Esteves, 2000]

A possibilidade de uso da *internet* na EAD é muito vasta, dessa forma, para melhor verificar esses recursos, algumas das ferramentas disponibilizadas na *Internet*, e que podem ser utilizadas para a EAD, serão verificadas isoladamente.

2.16.1 – E-mail

O Correio Eletrônico (*e-mail*) é a ferramenta mais antiga e a mais utilizada pelos “internautas”. Na educação a distância é utilizado como meio de comunicação entre os participantes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. [Pereira & Esteves, 2000]

Por meio do correio eletrônico é possível estabelecer comunicação assíncrona com qualquer pessoa que possua um endereço eletrônico (e-mail). Assim, o correio eletrônico provê uma forma eletrônica das pessoas enviarem e receberem mensagens de outros usuários de qualquer parte do mundo. Por ser assíncrona, essa ferramenta tem a grande vantagem de que cada um pode enviar ou receber suas mensagens de acordo com sua disponibilidade de tempo. Desse modo, a utilização do correio eletrônico em sistemas de Educação a Distância pode contribuir bastante para o processo de gerenciamento, assegurando a comunicação de dupla-via entre os instrutores, os administradores e os alunos. Além disso, o correio serve como um instrumento que possibilita a interação entre os alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. [Tessarollo, 2000]

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional

2.16.2 – Transferência de Arquivos

Arquivos podem ser trocados na *Internet*, podendo esses arquivos serem formados por textos, imagens, som, e outros tipos de formatos de documentos. O serviço que permite a transferência desses documentos chama-se Protocolo de Transferência de Arquivos (*File Transfer Protocol – FTP*) que, basicamente, divide os documentos em pacotes com as seguintes informações: (1) remetente, (2) destinatário e (3) ordem de remontagem do documento. Cada pacote viaja separadamente pela rede, inclusive por vários caminhos. Quando tais pacotes chegam ao destino, espera-se os outros pacotes

para iniciar o processo de remontagem, então o usuário pode visualizar o documento em sua forma original.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.16.3 - Lista de Discussão

Uma lista de discussão, também chamada de lista de correio ou “*Listserv*”, é o ambiente gerado pela troca de correspondências eletrônicas, entre pessoas, através da utilização do *e-mail*, com o objetivo de discutir um determinado tema.

Essas listas se constituem em sistemas de distribuição de mensagens mediante o envio de correio eletrônico a uma grande quantidade de destinatários de uma vez. Cada lista de correio trata sobre um tema. Qualquer usuário que possua um correio eletrônico pode assinar uma dessas listas e participar escrevendo e recebendo mensagens. [Pereira & Esteves, 2000]

As listas de discussão são utilizadas para troca de informações entre um grupo de pessoas que se interessam por assuntos comuns, sendo que essa troca de informações é feita via *e-mail*. Assim, toda vez que algum participante da lista de discussão envia um *e-mail* para a lista, a mensagem é enviada para a caixa de correio de todos os participantes. Os participantes da lista recebem e trocam informações sobre o assunto de interesse, mantêm-se atualizados e discutem tópicos [Baranauskas et al., 1999]. Desse modo, as listas de discussão podem ser utilizadas em sistemas de Educação a Distância para a discussão e compartilhamento de idéias dentro de um mesmo grupo. [Tessarollo, 2000]

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.16.4 - Grupos de Notícias

Os Grupos de Notícias (*News Groups*) são áreas de interesse focalizadas em algum tema particular e nas quais os usuários podem deixar e consultar mensagens (denominadas artigos): opiniões, perguntas, etc. Os grupos de notícias são muito importantes para se obter informação que servirá de material bibliográfico para utilização e realização de trabalhos de pesquisa. [Pereira & Esteves, 2000]

Sincronismo: Assíncrona.

Direcional: Bidirecional.

2.16.5 – FAQs

A FAQ (*Frequently Asked Questions*) é uma ferramenta que tem como objetivo organizar uma coleção de informações sobre um determinado assunto dentro de uma mesma base de dados. Essa ferramenta funciona como um banco de perguntas realizadas com maior frequência durante um curso e suas respectivas respostas. Os alunos podem fazer perguntas e comentários ao instrutor/professor sobre um assunto e o instrutor/professor responde, orienta ou disponibiliza comentários aos alunos e, por fim, essas perguntas/respostas são compartilhadas por todos os participantes de um curso.

Sincronismo: Assíncrona

Direção: Unidirecional

2.16.6 - Bate-papo

A ferramenta de bate-papo (*chat*) permite aos usuários da *Internet* comunicarem-se em tempo real por meio de canais aos quais os usuários se vinculam, podendo essa comunicação ser coletiva ou individualizada. Essa

ferramenta permite a comunicação síncrona, geralmente em modo texto, entre vários participantes de uma janela comum em que tudo o que é escrito por cada participante pode ser lido imediatamente por todos os outros. A vantagem dessa ferramenta é que ela possibilita uma discussão interativa e dinâmica, aproximando-se mais das discussões realizadas em sala de aula presencial. A desvantagem é que todos os participantes devem estar conectados ao mesmo tempo.

Sincronismo: Síncrona

Direção: Bidirecional

2.16.7 - Co-autoria

Os sistemas de co-autoria, também conhecidos como editores colaborativos ou quadro-branco, podem ser usados por um grupo para compor e editar um objeto conjuntamente, podendo ser um gráfico, um texto ou outro objeto qualquer [Santarosa et al., 1999]. Assim, há uma área de trabalho comum, onde todos atuam e podem visualizar a atuação dos outros [Tessarollo, 2000].

Sincronismo: Síncrona.

Direção: Bidirecional.

2.16.8 – WWW

A *World Wide Web* (*WWW* ou *Web*) é um sistema dinâmico de informação armazenada e distribuída. Suas características hipermídia permitem grande liberdade ao usuário, ou seja, o internauta pode viajar pelas páginas *Web* e consultar as informações que lhe interessem [Pereira & Esteves, 2000].

A popularização que a *WWW* tem alcançado, a partir de 1996, amplia as possibilidades de sua utilização como tecnologia de EAD. Professores vêm realizando diversas pesquisas, oficinas de formação de professores orientando-

os não só na construção como também na confecção de páginas da *WWW* para a distribuição de informação, consultoria e tutoria à distância. É um novo ambiente educacional, virtual que os alunos (dos cursos presenciais ou à distância) têm à sua disposição e que bem organizado permite uma comunicação bastante rica [Cortelazzo, 1997].

A explosão da *Internet* deve-se principalmente ao sucesso obtido pela *Web*. Surgindo inicialmente para proporcionar aos cientistas um método fácil de compartilhar informações que estavam espalhadas em servidores do mundo inteiro. Esse serviço integra a grande maioria das informações disponíveis na *Internet*, possibilitando que essas sejam acessadas de forma simples e consistente em diferentes plataformas [Machado, 1999]. A forma padrão das informações é o hipertexto, que permite a interligação entre diferentes documentos, possibilitando que as informações sejam apresentadas em um formato não linear. O hipertexto é codificado em linguagens do tipo *HTML* (*HiperText Markup Language*), que permite total compatibilidade e, assim, assegura que todos os computadores na *Web* sejam capazes de se entender [Tessarollo, 2000].

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional.

2.16.9 – Programas Interativos

Além disso, com a inserção de novas tecnologias, o potencial interativo da *Web* aumentou [Schneider & Block, 1995]. O uso de formulários (*forms*), *CGI's* (*Common Gateway Interface*), *CSS* (*Casting Style Sheets*), programas em *JavaScript* ou *Java* e *Applets Java* fornecem à *Web* a possibilidade de interação nas páginas, permitindo ao usuário interagir com o sistema de um modo mais completo do que mediante a simples navegação entre documentos.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional

2.16.10 – Navegadores

Os navegadores (*Browsers*) são utilizados para facilitar a viagem pela *Internet* e permitir o acesso às páginas *Web* mais remotas.

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Bidirecional

Exemplos: *Netscape*, *Mosaic* e *Microsoft Internet Explorer*.

2.16.11 - Ambientes de Autoria

A partir das dificuldades encontradas pelos professores para a criação de seus cursos, ambientes para a criação, aplicação e administração de cursos à distância, muitas vezes denominados de ambientes de autoria ou ambientes gerenciadores de aprendizado, estão sendo desenvolvidos. Desse modo, o professor não precisa se tornar um especialista em computação para tornar disponível seus materiais didáticos.

São sistemas de *software* que integram várias facilidades, apresentadas por outros sistemas, cujo objetivo é apoiar as diversas atividades envolvidas em um curso a distância, como: planejamento e elaboração das aulas; elaboração e acompanhamento de cronogramas; controle de presenças e senhas de acesso; participação em *chats* e apresentação de conteúdos no formato multimídia, entre outras. São sistemas de fácil acesso e manipulação pelos docentes e alunos. São desenvolvidos para serem utilizados no ambiente da *Internet*.

Como descrito por Carvalho [Carvalho, 2001], a utilização desses ambientes na EAD mediada por computador vem aumentando a cada dia.

Sincronismo: Síncrona e assíncrona.

Direção: Bidirecional.

Exemplos: TelEduc [TelEduc], AulaNet [AulaNet], WebCT (*Web Course Tool*) [WebCT], *Learning Space* [Learning Space], FirstClass, UniverSite, IntraLearn, TopClass, entre outros.

2.16.12 - Bibliotecas Virtuais

As bibliotecas virtuais fornecem espaços onde os estudantes aprendem a descobrir, trocar informações com os outros, informações essas que serão úteis na construção do seu conhecimento [Santos & Ferreira, 1998]. No Brasil, iniciativas como a Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro [Bibvirt] e a Biblioteca Virtual do Programa de Informação e Comunicação para a Pesquisa (Prossiga) [Prossiga] disponibilizam textos desde literatura clássica portuguesa a textos técnicos científicos, facilitando o acesso público e gratuito dos textos digitalizados. Um outro projeto, que vai mais além das características de uma Biblioteca Virtual usual encontrada na Web, é o Estúdio@Web [EstúdioWeb]. Esse projeto é um espaço interativo e aberto na *Internet* que coloca à disposição de todas as escolas brasileiras um grande repositório de *URLs* (*Uniform Resource Locator*) nacionais que tenham alguma utilidade educacional, acompanhado por sugestões metodológicas de como professores e alunos podem ampliar seus conhecimentos e complementar os conteúdos dos livros didáticos adotados [Crespo et al., 1999].

Sincronismo: Assíncrona.

Direção: Unidirecional ou bidirecional.

2.16.13 - Universidades Virtuais

Atualmente no mundo inteiro existem diversas universidades utilizando a *Web* e outros recursos da *Internet* como auxílio tanto na Educação a Distância, quanto na educação presencial e semipresencial. Essas universidades buscam

a criação de Universidades Virtuais, nas quais vários cursos podem ser oferecidos aos alunos que buscam cursos que não existem no seu local de origem ou aqueles que buscam um ensino mais flexível em termos de local e horário [Oeiras, 1998].

Sincronismo: Síncrona ou assíncrona.

Direção: Bidirecional

Exemplos: *Open University* [*Open University*], *ITESM Universidad Virtual* [ITESM], *California Virtual University* [California], Universidade Virtual da Universidade Federal de Santa Catarina [Uvirtual], Universidade Virtual da Universidade de Brasília[UV], entre outras.

2.17 – Resumo dos Recursos Tecnológicos Disponíveis

A Tabela 2.1 apresenta, para melhor visualização, um resumo dos recursos Tecnológicos Disponíveis para a EAD, com a indicação dos respectivos sincronismos e direção.

Como a *Internet* por si só já abre o leque de recursos disponíveis, seus recursos são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.1- Tipos de tecnologias de informação aplicadas a EAD

TIPO	SINCRONISMO	DIREÇÃO
Impressos e Fotocopiados	Assíncrona	Bidirecional
Rádio	Síncrona	Unidirecional
Televisão	Síncrona	Unidirecional
Fitas	Assíncrona	Unidirecional
Telefone	Síncrona	Bidirecional
Fax	Assíncrona	Bidirecional
Redes de Computadores	Assíncrona	Bidirecional/ Unidirecional
Teleconferência	Síncrona	Bidirecional/ Unidirecional
Audioconferência	Síncrona	Bidirecional
Conferência Mediada Por Computador	Síncrona	Bidirecional
Videoconferência	Síncrona	Bidirecional/ Unidirecional
CBT	Assíncrona	Bidirecional
CD-ROM	Assíncrona	Unidirecional
Editores de Texto	Assíncrona	Bidirecional
Sistemas de Realidade Virtual	Assíncrona/ Síncrona	Bidirecional
Internet	Assíncrona/ Síncrona	Bidirecional/ Unidirecional

Tabela 2.2 – Recursos da *Internet* Disponíveis para a EAD

TIPO	SINCRONISMO	DIREÇÃO
Email	Assíncrona	Bidirecional
Transferência de Arquivos	Assíncrona	Bidirecional
Lista de Discussão	Assíncrona	Bidirecional
Grupos de Notícias	Assíncrona	Unidirecional
FAQs	Assíncrona	Unidirecional
Bate-papos	Síncrona	Bidirecional
Co-Autoria	Síncrona	Bidirecional
WWW	Assíncrona	Bidirecional
Programação Interativos	Assíncrona	Bidirecional
Navegadores	Assíncrona	Bidirecional
Ambientes de Autoria	Síncrona/ Assíncrona	Bidirecional
Bibliotecas Virtuais	Assíncrona	Unidirecional/ Bidirecional
Universidades Virtuais	Síncrona/ Assíncrona	Bidirecionais

2.18 – Conclusões

Texto impresso, telefone, correio terrestre e aéreo, gravação de som em fita magnética, rádio-transistor, rádio-amador, cinema, fax, televisão e videocassete, todas são tecnologias disponíveis para serem utilizadas em EAD, muitas já largamente testadas. Mas, ainda que não tenham sido todas

amplamente usadas, as referidas tecnologias não servem para alterar a hierarquização do ensino. Suas possibilidades de uso expressam um paradigma empiricista de dependência do aprendiz a uma organização lógica, social e psicológica do ensino, que concebe aprendizagem como uma mudança imposta de fora para dentro. Quando se refere a novas tecnologias, está-se pensando no significado das tecnologias interativas da informação e da comunicação, as tecnologias eletrônicas que estão tornando possível a inteligência distribuída na sociedade, os computadores, os sistemas de simulações, de hipertextos, de multimídias, os ambientes virtuais, as redes de computadores que asseguram a interconectividade e a interoperabilidade, ultrapassando os limites de espaço e de tempo físico. Essas novas tecnologias – os computadores e as redes internacionais de computadores – aportam recursos completamente inusitados e transformadores que poderão dar à EAD uma concepção totalmente nova. EAD passa a dispor de comunicação interativa entre grupos de educação presencial e grupos de educação não formal em processos dialeticamente sincrônicos e diacrônicos. O interior da escola passa a ser acessível à comunidade, e a vida no mundo real da natureza e da cultura passa a integrar as atividades dentro da escola. Ambientes virtuais de aprendizagem proporcionam práticas de “*design*” e de desenvolvimento cooperativo de projetos para a aprendizagem autônoma.

Capítulo 3

Tecnologias para Animação na WEB

A animação em ambientes computacionais é a criação da ilusão de movimento em componentes gráficos. A explicação para essa ilusão pode ser encontrada em Silva [Silva, 2001] segundo a qual essa ilusão é criada através do uso de uma particularidade da visão humana: a persistência. Essa característica da nossa visão faz com que a informação apresentada aos nossos olhos persista. Dessa maneira, caso seja apresentada uma outra imagem semelhante antes do desaparecimento da anterior, cria-se a ilusão de movimento.

Essa definição pode ser expandida ao incluir a variação no tempo da posição, cor, textura e estrutura de um objeto, bem como mudanças na iluminação, orientação e foco.

Atualmente o assunto animação também está fortemente relacionado ao uso da *Web*. A utilização do ambiente *WWW* propicia uma grande e rápida distribuição de informação, possibilitando que muitos usuários visualizem e interajam com cenas de animação disponibilizadas na *Internet*.

A criação de animações interativas modeladas por computador, com comportamento determinado por ações do usuário, é um trabalho complexo que exige, do profissional responsável pela criação da animação, considerável esforço e conhecimento de técnicas de modelagem e de programação.

A tecnologia escolhida como base para este trabalho foram os *Applets Java*. Os *Applets Java* se prestam muito bem para aplicações voltadas a Educação a Distância, pois é feito um *download* do código necessário, ocorrendo então a execução na própria máquina cliente, que deve possuir a *JVM* (*Java Virtual Machine*), garantindo a portabilidade necessária para aplicações à distância.

Um estímulo extra na utilização de *applets* na criação de animações para aplicações relacionadas à educação está nos excelentes exemplos encontrados na *Web*, como é o caso de [SMSUSA] e [Fendt, 1998]. No apêndice A é apresentado o código de Fendt para demonstração da “Força de Lotentz”, este é um exemplo de código que pode ser obtido com o sistema proposto por este trabalho.

Serão apresentadas a seguir as principais tecnologias para animação na *Web* utilizadas atualmente.

3.1 – *Flash*

Flash [MACROMEDIA] é um dos produtos mais recentes para desenvolvimento de aplicações *Web* avançadas, auxiliando, por exemplo, na criação de seqüências animadas com som.

Essa tecnologia tem como principal característica o fato de gerar imagens e animações em formato vetorial. Isso permite que as imagens tenham ótima qualidade gráfica, podendo ser redimensionadas sem problemas. Permite também que os arquivos sejam extremamente compactos, adaptando-se de forma ideal às limitações de transmissão de dados pela *Internet*. Outra característica importante da tecnologia *Flash* é sua eficiente implementação de técnicas de *anti-aliasing*, garantindo boa qualidade de visualização das animações.

Para que uma animação *Flash* possa ser vista é necessário que a máquina que esteja sendo utilizada para sua visualização tenha instalado em seu sistema um programa *plug-in* da *Macromedia* (empresa criadora do *Flash*). Alternativamente, é possível a execução de uma animação *Flash* sem a instalação explícita do referido programa *plug-in*, sendo necessário para tanto que se tenha instalado uma versão de *browser* que já o contemple.

Existem dois métodos para se criar uma seqüência de animação no *Flash*: animação quadro a quadro e animação interpolada. Na animação quadro

a quadro, a imagem é criada em cada quadro. Enquanto na animação interpolada, os quadros chaves são definidos e o *Flash* cria os quadros intermediários.

3.2 – Java 3D

A *API Java 3D*, [Computing, 1999] e [Raposo et al.,2000 Apud Silva, 2001], é uma extensão da *API Java* padrão. Essa *API 3D* pode ser utilizada para criar gráficos tridimensionais, *applets* e aplicações.

Em *Java 3D* são várias as plataformas de execução (*Windows*, *Unix*, *Macintosh*, *Linux*, *Solaris* e *JavaOS*) possíveis para seus programas podendo estes fazer uso de *APIs* gráficas (*OpenGL* [Neider et al., 1996], *Direct3D* e *QuickDraw3D*) pertencentes ao sistema operacional escolhido.

Através da *API Java 3D* os programadores de aplicações gráficas tridimensionais passam a ter as facilidades e vantagens apoiadas pela plataforma *Java*. Dentre elas destacam-se a orientação a objetos, a portabilidade e a segurança.

A *API Java 3D* consiste de dois pacotes: *javax.media.j3d* e *javax.vecmath* além de utilizar classes e interfaces do pacote *com.sun.j3d.utils* [Jaworski, 1999]. O pacote *javax.media.j3d* provê as interfaces e classes básicas que implementam a *API Java 3D*. A classe *javax.vecmath* apóia operações matemáticas baseadas em vetor. O pacote *com.sun.j3d.utils* não é documentado como parte da *API Java 3D*, mas contém classes e interfaces para construção de *applets* e aplicações 3D.

- Pacote *javax.media.j3d*

javax.media.j3d consiste de três interfaces e mais de 100 classes que apóiam operações 3D básicas. As características dadas pelas classes e interfaces 3D incluem:

- 1 – Representação do objeto 3D – existência de pontos, retângulos, triângulos, texto e outros objetos 3D.

2 – Visão múltipla – mundos 3D podem ser visualizados de várias perspectivas.

- Pacote *javax.vecmath*

É um conjunto de classes que implementam objetos 3D. Essas classes representam pontos, cores, vetores, matrizes e ângulos em várias dimensões.

Uma aplicação Java 3D é projetada a partir de um grafo de cena possibilitando ao programador criar mundos virtuais com personagens que podem interagir entre si e/ou com o usuário. O grafo utilizado é uma estrutura no formato de árvore cujos nós são objetos gráficos, luz, som, entre outros.

3.2.1 – Animação

Em Java 3D existem dois tipos de animações: as animações interativas e as não interativas.

3.2.1.1 – Animações Interativas

Programar um objeto para reagir a determinados eventos é uma capacidade desejável na grande maioria das aplicações 3D [Raposo, 2000]. E a reação gerada por um determinado evento tem por objetivo provocar alguma mudança no mundo virtual. Essa mudança dependerá da natureza da aplicação e será determinada pelo programador. Um exemplo de evento pode ser: pressionar uma tecla, movimentar o mouse ou colidir objetos, e sua reação seria alterar algum objeto (mudar cor, forma ou posição) ou grafo de cenas (adicionar ou excluir um objeto). Quando essas alterações são resultantes diretas da ação do usuário elas são denominadas interações e as animações resultantes são denominadas animações interativas.

Java 3D implementa os conceitos de interação e animação interativa na classe abstrata *Behavior*. Essa classe disponibiliza ao desenvolvedor de aplicações *3D* uma grande variedade de métodos para capacitar seus programas a perceber e tratar diferentes tipos de eventos. Permite ainda que o programador implemente seus próprios métodos.

Os *behaviors* são os nós do grafo de cena usados para especificar o início da execução de uma determinada ação baseado na ocorrência de um conjunto de eventos, denominado *WakeupCondition*, ou seja, quando determinada combinação de eventos (condição) ocorrer *Java 3D* deve acionar o *behavior* correspondente para que execute as alterações programadas.

3.2.1.2 – Animações não Interativas

Algumas alterações do mundo virtual podem ser realizadas independentemente da ação do usuário. Elas podem, por exemplo, ser disparadas em função do passar do tempo. Essas alterações são denominadas animações não interativas.

Essas animações em *Java 3D* também são implementadas usando-se *behaviors*. Para tanto, *Java 3D* possui alguns conjuntos de classes, baseados em *behaviors*, que são próprios para se implementar tais animações *Java*.

Um primeiro conjunto dessas classes é formado por interpoladores que são versões especializadas de *behaviors* usadas para se gerar uma animação baseada no tempo.

Existem também as classes *Billboard* e *LOD* que permitem especificar animações mas, nesse conjunto de classes as alterações são guiadas segundo a orientação ou posição da visualização.

3.3 – *Virtual Reality Modeling Language – VRML*

VRML é uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de ambientes virtuais. Nesses ambientes pode-se navegar, visualizar objetos por ângulos diferentes e interagir com eles.

A linguagem *VRML* surgiu da necessidade de prover um formato gráfico 3D para a *Web* seguindo um modelo similar a *HTML*, ou seja, uma linguagem textual independente de plataforma para a descrição de cenas. A linguagem escolhida como referência foi a *Open Inventor* da *SGI*. Em 1995 foi lançada a *VRML 1.0*, que era basicamente um formato para a descrição de cenas estáticas 3D. Em 1997 foi lançada a *VRML 2.0* (ou *VRML 97*) [Raposo et al., 2000], [Tamiosso, 1998] e [WEB], que adicionou à linguagem conceitos, tais como possibilidade de se mover objetos na cena e criação de sensores para detectar e gerar eventos.

A linguagem *VRML* foi projetada pelo consórcio das companhias *Silicon Graphics*, *Sony Research* e *Mitra* com a finalidade de obter uma padronização na descrição de cenas *Web* [Tamiosso, 1998]. Até 1999, esse consórcio se chamava *VRML Consortium*, e depois passou a se chamar *Web 3D Consortium* [WEB].

O objetivo da *VRML* é levar conceitos da realidade virtual ao usuário comum, através da *Internet*. Com o rápido avanço das tecnologias, os computadores pessoais estão cada vez mais rápidos e poderosos e isso faz com que a realidade virtual deixe de ser apenas objeto de estudo dos grandes centros de pesquisa e possa ser utilizada também por usuários comuns.

A linguagem *VRML* acrescenta percepção à navegação na *Web* através de descrições completas da cena em que o usuário se encontra, montando verdadeiros “mundos virtuais” (razão pela qual os arquivos *VRML* apresentam a extensão “.*wrl*” de *world reality language*).

Para se escrever um código *VRML* apenas um editor de textos é necessário. Uma vez editados, os arquivos são gravados em formato *ASCII*. Na

verdade, a linguagem apenas descreve como os ambientes tridimensionais devem ser representados. O código *VRML* é interpretado.

Pode-se, por exemplo, criar um cubo e gravá-lo em um arquivo chamado cubo.wrl. O código *VRML* para esse cubo descreverá as características do ambiente, como coordenadas, luz e cores.

Objetos localizados remotamente (em outros lugares na Internet) e *links* para outras *homepages* também podem ser colocados no mundo *VRML*.

É conveniente comentar que as primitivas geométricas de *VRML* (caixa, cone, cilindro e esfera) são, por definição, sólidas e não permitem a sua visualização interna, a não ser que algumas partes sejam removidas (por exemplo, a base de um cilindro).

Para completar as possibilidades criativas básicas em *VRML* precisa-se deslocar, modificar a escala e rotacionar os objetos previamente definidos. A linguagem *VRML* permite realizar as chamadas transformações geométricas, que dão uma enorme flexibilidade e aumentam notadamente o poder criativo do construtor. De posse desse conhecimento pode-se construir o mundo idealizado.

VRML é baseada no sistema cartesiano 3D, sendo as unidades de medida de distância e ângulos (eixos X, Y e Z) metros e radianos respectivamente. Usando-se uma página na frente do leitor como referência, o eixo-X positivo está para a direita, o eixo-Y positivo está para cima e o eixo-Z positivo está perpendicular aos dois anteriores, saindo da página em direção ao leitor. O sentido de rotação para ângulos positivos é o anti-horário, quando a seta vai em direção ao observador.

3.4 – Applet Java

Os *Applets Java* são pequenos programas executados dentro do *browser* que possibilitam a criação de animações e interações com o usuário do *browser*.

Applets podem ser carregados e executados por qualquer *Web browser* que ofereça apoio à linguagem *Java*.

Quando um usuário com um navegador compatível com *Java* carregar uma página da *Web* que inclua um *applet*, esse navegador fará o *download* do *applet* a partir de um servidor da *Web* e irá executá-lo no sistema do cliente.

3.4.1 – Restrições de segurança do *applet*

Como os *Applets Java* são executados no cliente da *Web*, existem sérias restrições quanto ao que um *applet* é capaz de fazer [Lemay, 1999]. Caso essas restrições não existissem, um programador *Java* mal-intencionado poderia facilmente escrever um *applet* que excluísse arquivos do usuário, reunisse informações privativas do sistema e encontrasse outras falhas de segurança.

Como regra geral, os *Applet Java* são executados sob um modelo de segurança preventivo. A seguir algumas restrições quanto ao uso de *applets* são listadas:

- Eles não podem ler ou escrever arquivos no sistema do cliente.
- Eles não podem se comunicar com um *site* da *Internet* que não seja aquele que serviu a página da *Web* que o inclui.
- Eles não podem executar nenhum programa no sistema do cliente.
- Eles não podem carregar programas armazenados no sistema do cliente, como programas executáveis e bibliotecas compartilhadas.

Maiores informações sobre segurança em *Java* podem ser obtidas através do endereço:

<http://java.sun.com/j2se/1.3/docs/guide/security/index.html>

3.5 – Considerações Finais

Neste capítulo uma introdução ao tema animação e alguns aspectos da sua relação com a Internet foram discutidas. As tecnologias para animação na Web: *flash*, *Java3D*, *VRML* e *Applet Java* foram expostas.

Verificou-se que os *Applets Java* são uma boa escolha para animações em aplicações de Educação a Distância devido a sua portabilidade, segurança e possibilidade de interação. Os bons exemplos de *Applets Java* existentes na Web voltados para a educação constituem uma motivação extra para a utilização de applets nas propostas de EAD.

A criação de *applets*, bem como de qualquer animação interativa, é um trabalho complexo que exige um grande conhecimento de técnicas de modelagem e de programação (como pode ser verificado no exemplo de *applet* fornecido no apêndice A). Dado que a utilização de animações é um recurso didático que pode surtir um excelente efeito na proposta de EAD, um sistema para geração de *applets*, no qual não seja necessário conhecimento técnico de programação, se torna muito útil para os desenvolvedores de aplicações para EAD. No capítulo 4 será apresentada a proposta do sistema, sendo realizada a sua modelagem inicial.

Capítulo 4

Modelagem do Sistema Proposto

Neste capítulo será feita a modelagem do sistema com base na notação UML (Unified Modeling Language) [Booch et al., 1998]. Esta notação está se tornando a linguagem padrão para a modelagem de sistemas de software baseados no paradigma de orientação a objetos (OOP – *Object Oriented Programming*). A UML foi portanto eleita para a modelagem do sistema pois é desejado que a implementação esteja de acordo com o paradigma OOP.

A UML é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de sistemas complexos de software. Essa linguagem proporciona uma forma padrão para a preparação de planos para a arquitetura de projetos de sistemas, incluindo aspectos conceituais, tais como processos de negócios e funções do sistema, além de itens concretos, como as classes escritas em uma determinada linguagem de programação, e esquemas de bancos de dados e componentes de software reutilizáveis [Booch et al., 1998].

A modelagem do sistema será apresentada basicamente através de 4 dos diagramas disponíveis na UML:

- O diagrama de pacotes fornecerá uma visão geral dos blocos do sistema;
- O diagrama de estados descreverá, de uma forma ampla, o comportamento do sistema;
- Os diagramas de classe serão usados no modelamento das classes mais importantes, mostrando o relacionamento estático existente entre elas;

- Os diagramas de seqüência vão abranger as operações do sistema, permitindo uma idéia mais objetiva do funcionamento do mesmo, explicitando as relações entre as classes.

4.1 – Visão Geral do Sistema

Através desse sistema é possível criar *Applets Java* que podem ser utilizados para animar páginas *HTML* presentes em projetos de Educação a Distância.

A animação é constituída de *frames* que se sucedem, dando uma noção de movimento, através da ação interativa do usuário ou de forma automática. Os *frames* são basicamente matrizes de pontos, aos quais se pode atribuir uma cor ou uma ação. O sistema permite a geração, edição e controle da seqüência dos *frames*. O sistema também possibilita a visualização da animação e, quando solicitado, gera um código *Java* referente ao *applet* desejado. Para se obter esse resultado, o sistema é basicamente constituído por 4 subsistemas, responsáveis por atividades específicas dentro do funcionamento geral.

- *Editor*

O *Editor* constitui a interface com o usuário do sistema, disponibilizando operações para criação, edição e controle dos *frames* da animação.

- *Parser*

O *Parser*, ou montador, segue as operações realizadas no *Editor* e gera o código fonte do *applet* que está sendo desenvolvido.

- *Animator*

O *Animator* é um subsistema disponibilizado para se testar o *applet*, mostrando o resultado da animação, durante a sua construção.

- *Compiler*

O *Compiler* é o elemento responsável pela compilação. O *Compiler* tem como entrada o código fonte obtido pelo *Parser* e gera *Applets Java* que podem ser utilizados para animações de páginas *HTML*.

Pela breve descrição dos subsistemas, verifica-se que existe uma certa dependência entre eles. O *Animator* depende dos *frames* criados no *Editor*, o *Compiler* depende do código-fonte gerado pelo *Parser* e o *Parser* depende dos *frames* e das ações criadas no *Editor*. A subdivisão do sistema e a dependência dos blocos constituintes podem ser observadas através do diagrama de pacotes apresentado na Fig.4.1.

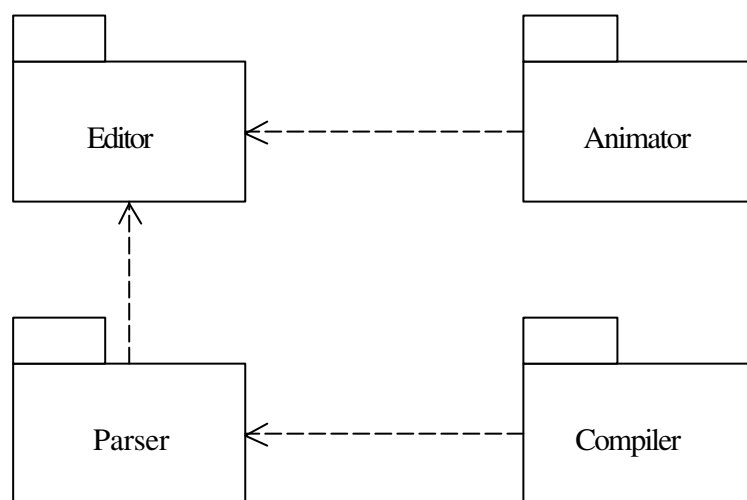


Fig.4.1 – Diagrama de pacotes do sistema

4.2 – Diagrama de Estados

Segundo [Booch et al., 1998], um diagrama de estados mostra uma máquina de estados, dando ênfase ao fluxo de controle de um estado para outro.

Para se ter uma idéia global da dinâmica do sistema é apresentado o diagrama de estados na Fig.4.2. No diagrama os números correspondem aos eventos que geraram as transições. Abaixo é dada uma explicação para os eventos e os estados representados no diagrama:

1. Ao ser iniciado, o sistema vai para o estado de construção de *frames* (“*Frame* sendo construído”). Nesse estado o usuário interage com o *Editor* para obter o *frame* desejado.
2. Ao ser colocada uma ação no *frame*, a máquina de estados passa para o estado de montagem. A colocação de uma ação é a determinação de um ponto de interação com o usuário. As ações podem ser: “*click do mouse*”, “*drag do mouse*”, “entrada de texto”, “pressionamento de botão”, “escolha de opção em caixa de seleção” e “automático”. No estado de montagem é criada, no código resultante, uma chamada para o *frame* que será apresentado após a interação desejada.
3. Se após a escolha de uma ação (estado “Montagem”) for escolhida uma nova ferramenta de edição do *frame* (traço livre, reta, lupa ou caixa de texto) a máquina de estados retorna para o estado de construção de *frames*.
4. Se após a escolha de uma ação (estado “Montagem”) for indicado fim do *frame*, ocorre uma transição para o estado “*Frame* finalizado”. Durante esse estado o *frame*, juntamente com as chamadas resultantes das ações criadas, é devidamente armazenado para futura conversão para código.
5. A escolha de mais um *frame* para edição, durante o estado “*Frame* finalizado”, causa uma transição para o estado de construção de *frames*, para que seja iniciada a edição do novo *frame*.
6. Se, como evento, não ocorrer a escolha de nenhum outro *frame* para edição, a máquina de estados irá de “*Frame* Finalizado” para “Todos os *frames* finalizados”. Nesse último estado, onde todos os *frames* já estão finalizados, ocorre a criação dos últimos pedaços de software necessários para que a animação ocorra.
7. Enquanto o *frame* está sendo construído (estado “*Frame* sendo construído”) pode ocorrer um evento que inicia a simulação. Se esse evento for chamado, a máquina de estados atingirá o estado “Simulação”.

A animação (seqüência dos *frames*) será então apresentada ao usuário em uma janela própria para esse fim, sendo possível realizar as interações programadas através das ações. Esse estado foi criado para depuração da animação durante o processo de criação.

8. Após a simulação pode-se retornar à edição de *frames* no caso de falha na simulação ou quando se deseja estendê-la.
9. Caso ocorra indicação de que a animação está completa durante a simulação, ocorrerá transição para o estado “Todos os *frames* finalizados”.
10. Estando no estado “Todos os *frames* finalizados”, pode ocorrer transição para o estado “Simulação”. Essa transição é principalmente desejada quando se atingiu “Todos os *frames* finalizados” através do estado “*Frame* finalizado”, quando se pode optar por ver a simulação da animação antes de se iniciar a compilação do código.

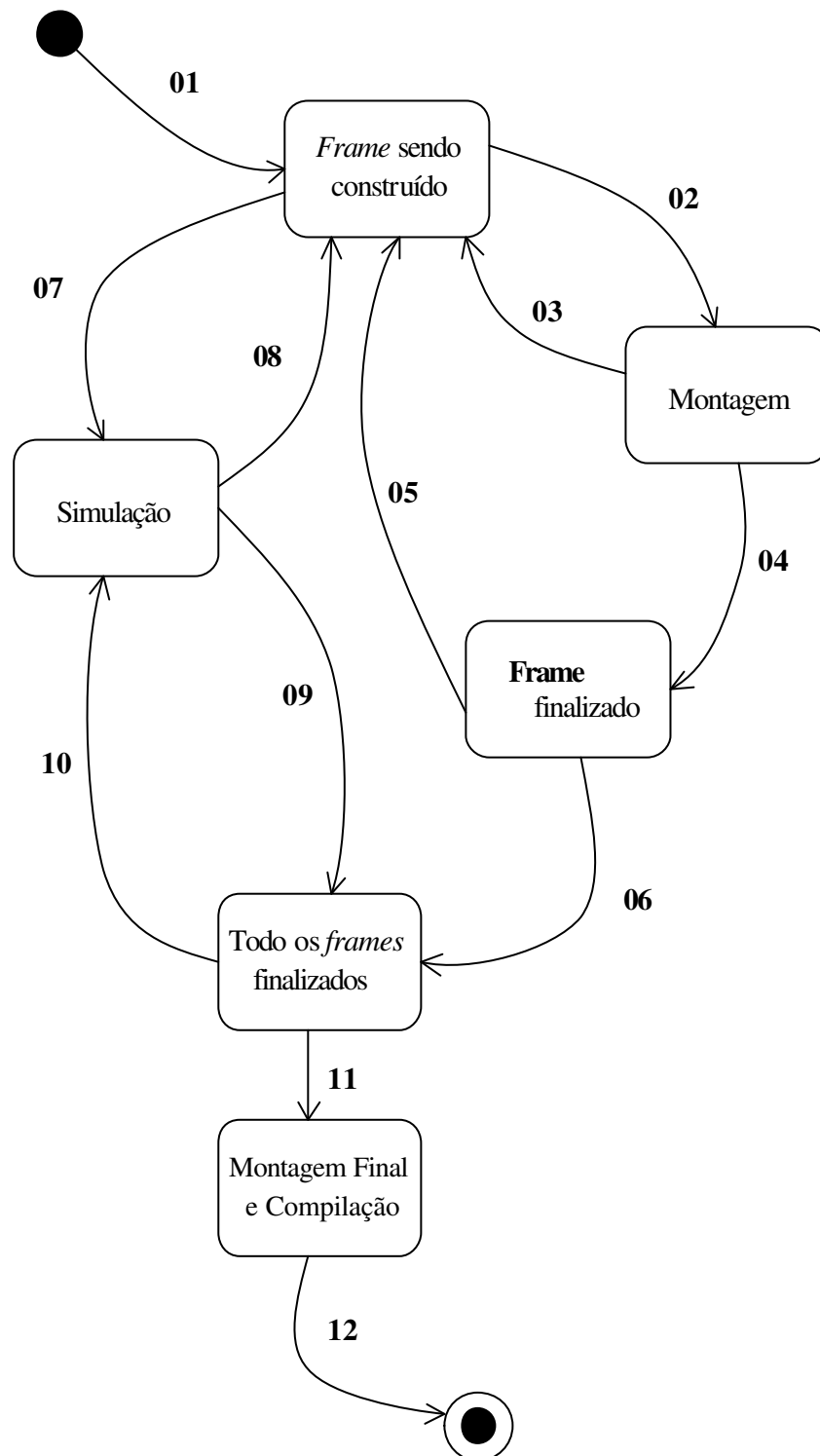


Fig.4.2 – Diagrama de estados geral do sistema

11. Do estado “Todos os *frames* finalizados” pode-se passar para o estado de simulação (transição 10) ou pode-se optar por finalizar a edição e chamar a montagem final e compilação do código obtido.
12. A compilação gera o applet desejado, dando por terminado o processo de criação de um novo *applet*.

4.3 – *Editor*

O editor de *frames* compreende as ferramentas disponíveis ao usuário para criação, edição e coordenação dos *frames* que farão parte da animação. A interface com o usuário é um programa de edição de imagens semelhante aos programas comerciais existentes (como o *Paint* da *Microsoft*). O *Editor* é basicamente composto das seguintes ferramentas:

- Ferramenta traço-livre

Possibilita que o usuário desenhe o *frame* de forma livre, como se a tela do computador fosse um papel e o ponteiro do *mouse* uma caneta. Com essa ferramenta, caso o zoom esteja ativado, é possível criar o frame ponto por ponto.

- Ferramenta reta

Possibilita desenhar retas no *frame*.

- Ferramenta lupa

Pode-se escolher uma região do *frame*, que está sendo editado, para ampliação (*zoom*).

- Ferramenta caixa-de-texto

Utilizada para entrar textos no *frame*.

- Ferramenta “ação através do *mouse*”

Possibilita criar chamadas de outros *frames* através de ações realizadas pelo *mouse* em alguma região do *frame* corrente. As ações possíveis através do *mouse* são “*click*” e “*click and drag*” (arrastar o *mouse*).

- Ferramenta “ação através de botão”

É possível a colocação no *frame*, ou em sub-painéis, de botões que podem desencadear alguma ação quando pressionados.

- Ferramenta “ação através de caixa de seleção”

É possível que a chamada de outros *frames* seja realizada selecionando-se caixas de seleção ou “*check boxes*”. Essa ferramenta possibilita colocar uma caixa de seleção no *frame* e criar uma chamada para outro *frame* (ação) selecionando-se a caixa.

- Ferramenta “ação através de entrada de texto”

Outra forma de mudança de *frame* é através da entrada de texto, que é passado para o programa. Nesse caso ocorrerá a mudança do *frame* após a entrada do texto seguido do pressionamento da tecla *ENTER*.

- Barra de cores

A barra de cores permite escolher a cor para edição do *frame*.

- Seleção do *frame*

Possibilita que o usuário escolha o *frame* que está sendo editado.

Além das ferramentas indicadas, o *Editor* ainda deve possuir os tradicionais menus com opções para salvar/abrir arquivos, organização das janelas, ajuda (*help*) e também uma forma de chamar as ferramentas de edição.

A Fig.4.3 mostra o diagrama de classes do *Editor*, apresentando o comportamento estático das principais classes utilizadas para a sua implementação.

Para se obter uma melhor compartimentação cada subsistema (conforme apresentado do diagrama de pacotes da Fig.4.1) é composto de uma interface que cuida do trânsito de mensagens entre o subsistema e o meio externo. A interface do Editor é a classe *EditorInterface*. Toda a atividade de controle do subsistema será realizada pelos métodos e atributos da classe *EditorController*. O conjunto de *frames* que formam a animação fazem parte da instância *FrameList* da classe *GeneralList*. A *FrameList* contém, por agregação, os *frames*. O *frame*, dependendo da ação que o desencadeia, pode ser um *StaticFrame*, *AutomaticFrame*, *MouseClickedFrame*, *MouseDownFrame* ou *TextFrame*, sendo os dois primeiros generalizações da classe *Frame*, e os três últimos filhos da classe *InteractiveFrame* que é também derivada da classe *Frame*. As ações são realizadas através da classe *Action* que se relaciona (está associada) com todas as instâncias de classes *frames* e com a lista de *frames* de uma forma geral. O *EditorController* se constitui, por composição, das classes *CollorController*, *FrameController*, *GeneralList* e *Pointer*. A classe *Pointer* se generaliza nas classes *LinePointer*, *PenPointer*, *ZoomPointer* e *TextPointer*, refletindo a escolha da ferramenta pelo usuário durante o processo de edição do *frame*.

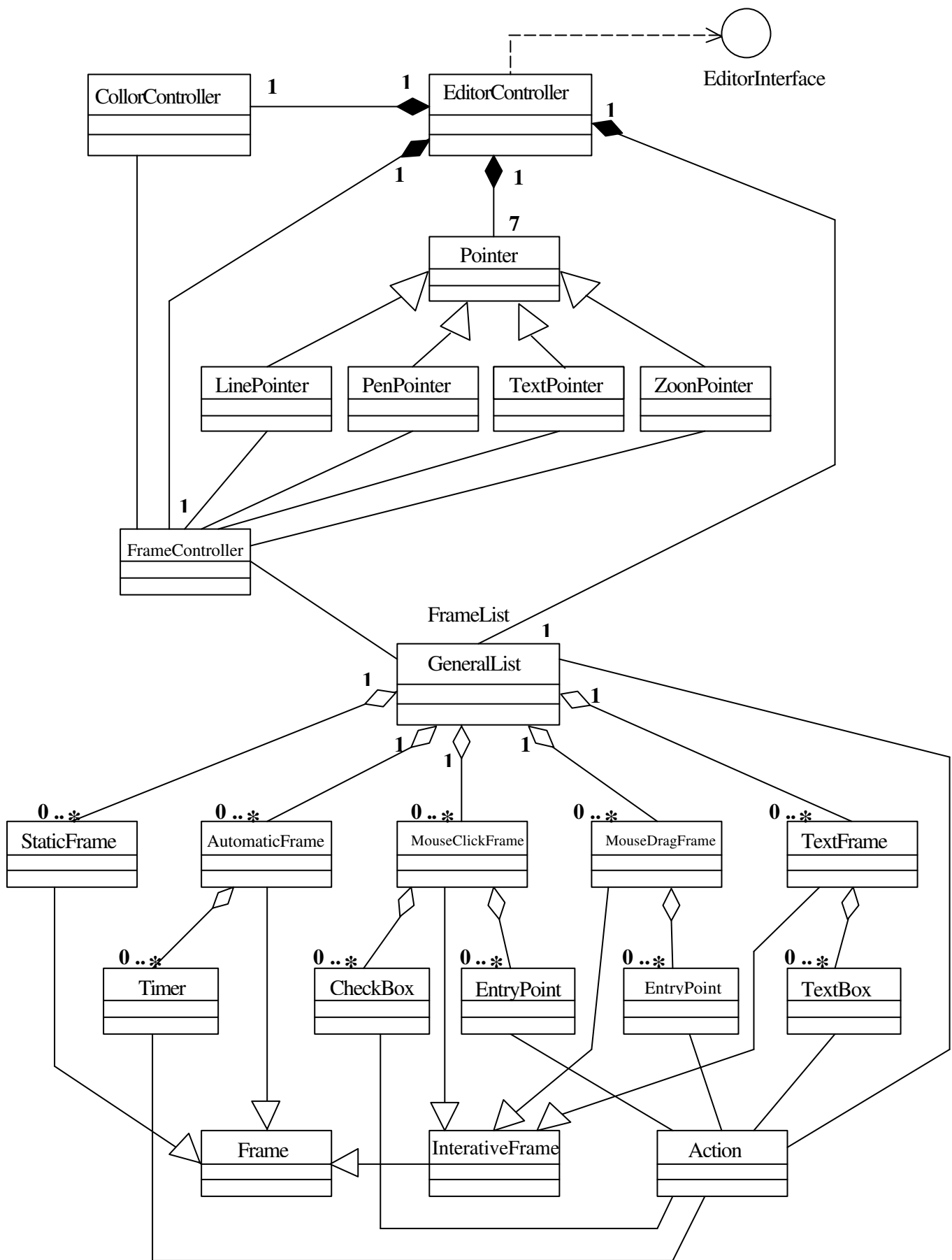


Fig.4.3 – Diagrama de classes do *Editor*

Uma parte do relacionamento dinâmico da edição de *frames* pode ser observada pelo diagrama de seqüência da Fig.4.4, conforme a seguinte explicação:

1. O *EditorController*, após indicação do usuário, informa ao *FrameController* o número de *frames* que comporá a animação.
2. O *FrameController* cria o número solicitado de *frames* e retorna uma resposta ao *EditController* indicando que o número de *frames* solicitados já foi criado.
3. Ao escolher uma ação, que chamará o *frame* durante a animação, o usuário estará indicando qual é o tipo do *frame*. Essa informação é passada do *EditorController* para o *FrameController*.
4. Um novo objeto do tipo referente ao *frame* é instanciado pelo *FrameController*, que retorna uma mensagem ao *EditorController* comunicando a disponibilidade de mais um *frame* do tipo em questão.
5. O *EditorController* comunica ao *GeneralList* que o usuário escolheu alguma ferramenta de edição de *frames*.
6. O *EditorController* comunica ao *GeneralList* que o usuário escolheu alguma ferramenta de ação.
7. Após a escolha de alguma ação, a seqüência de *frames* necessita ser sincronizada, sendo a instância *FrameController* do *GeneralList* comunicada para iniciar o processo de sincronização dos *frames*.

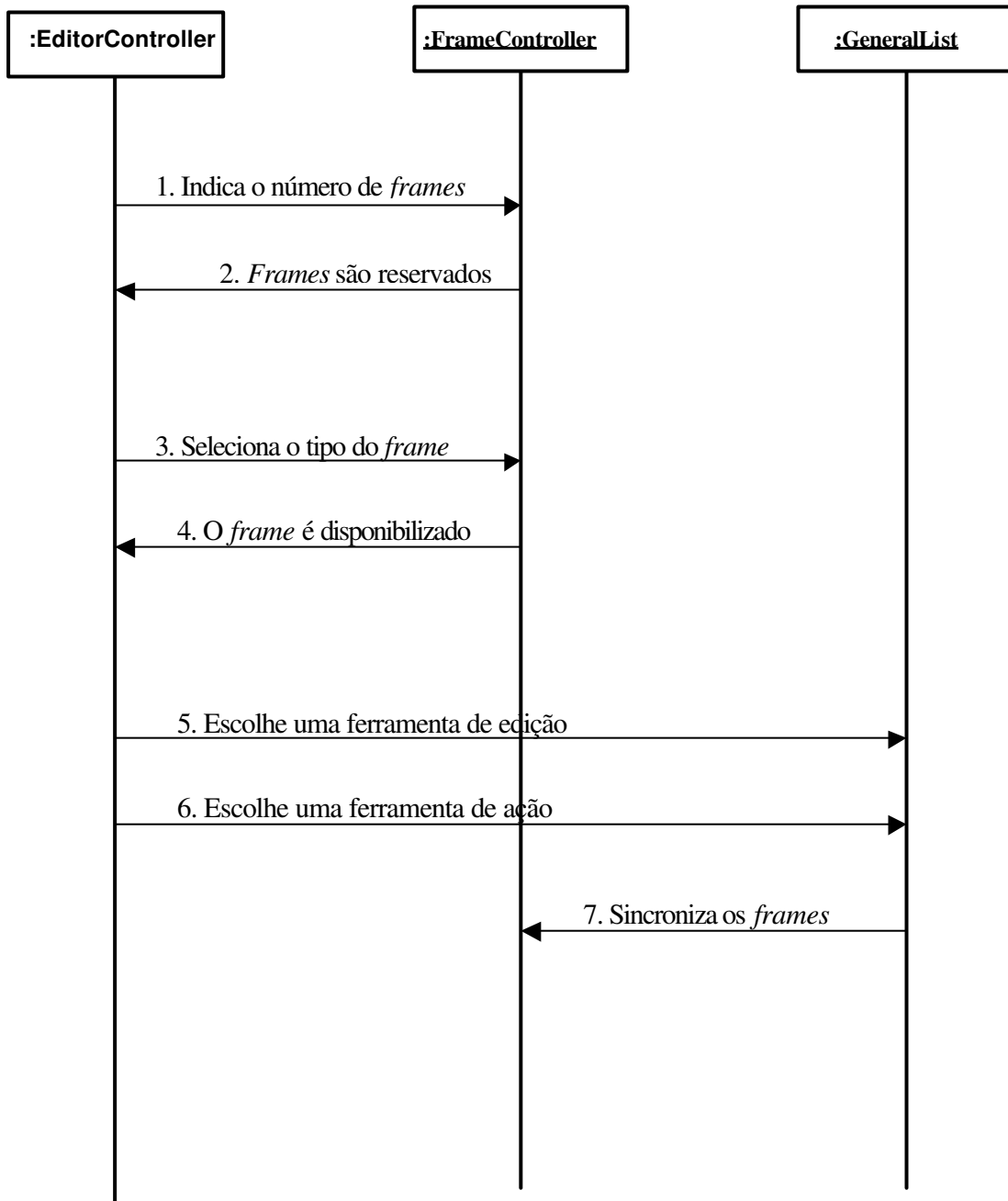


Fig.4.4 – Diagrama de sequência parcial da edição de *frames*

4.4 – Animator

O *Animator* é o subsistema responsável pela simulação antes da compilação. Essa simulação é necessária para depuração e para verificar a necessidade de novos *frames*. Quando a simulação for chamada uma nova janela será aberta para o usuário, nessa janela ocorrerá a simulação da animação dos *frames* sem que seja necessária a criação do *applet*. O *Animator* é o software responsável pela animação, captando as interações do usuário e retornando-lhe o controle (retornando ao *Editor*) no caso de finalização da simulação ou quando algum erro ocorrer.

A modelagem estática do *Animator* pode ser observada pelo diagrama de classes da Fig.4.5.

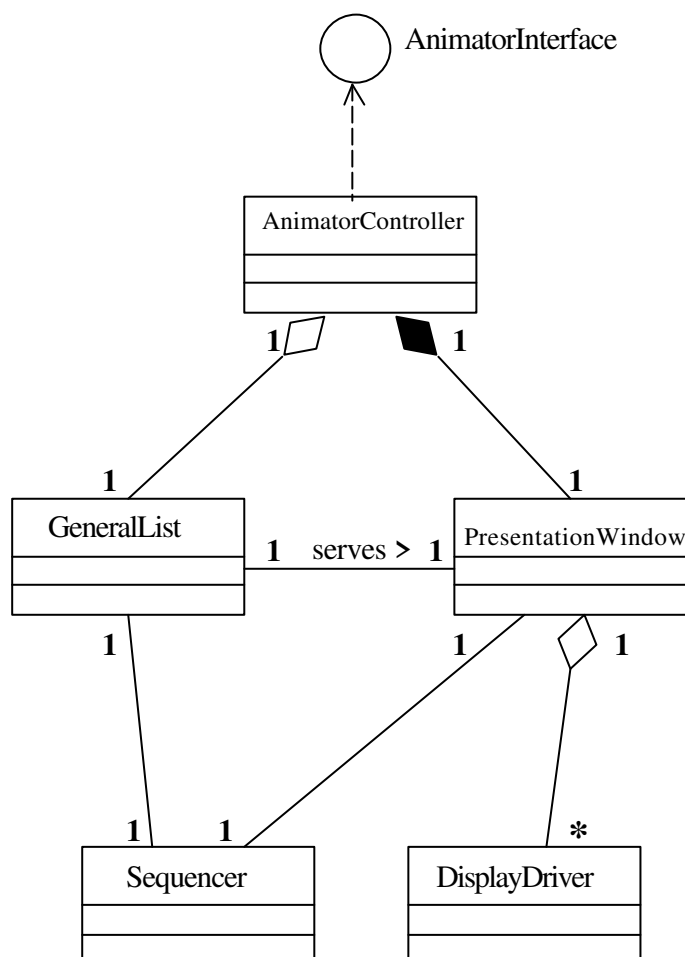


Fig.4.5 – Diagrama de classes do *Animator*

Novamente o controle do subsistema é centralizado na classe *AnimatorController*, que agrega uma classe *GeneralList*, que é uma cópia de todos os *frames* construídos no *Editor*. O *AnimatorController* possui, por composição, uma classe *PresentationWindow* que é a classe responsável pela interação com o usuário. A *PresentationWindow* agrega várias instâncias da classe *DisplayDriver* que são responsáveis pelo tratamento de baixo nível com os dispositivos de interface com o usuário (*mouse*, teclado, monitor, etc). A seqüência de apresentação dos *frames* é coordenada pela classe *Sequencer*.

Na Fig.4.6 tem-se uma parte do diagrama de seqüência do *Animator*, que segue a seguinte linha:

1. O usuário pede que seja iniciada a simulação da animação. A mensagem, indicando o início da simulação, chega ao *AnimatorController* via *AnimatorInterface*.
2. O *AnimatorController* envia mensagem para o *GeneralList* escolhendo o primeiro *frame* para apresentação.
3. O *GeneralList* envia o primeiro *frame* para o *PresentationWindow*.
4. Se o último *frame* enviado possui uma ação automática, o próximo *frame* da seqüência é escolhido pelo próprio *AnimatorController*.
5. O *AnimatorController* envia mensagem para o *GeneralList* escolhendo o próximo *frame* para apresentação.
6. O *GeneralList* envia o *frame* para o *PresentationWindow*.
7. O usuário realiza alguma ação em um *frame* interativo. Essa ação é comunicada ao *AnimatorController* via *AnimatorInterface*.
8. O *AnimatorController* envia mensagem para o *GeneralList* escolhendo o próximo *frame* para apresentação.
9. O *GeneralList* envia o *frame* para o *PresentationWindow*.

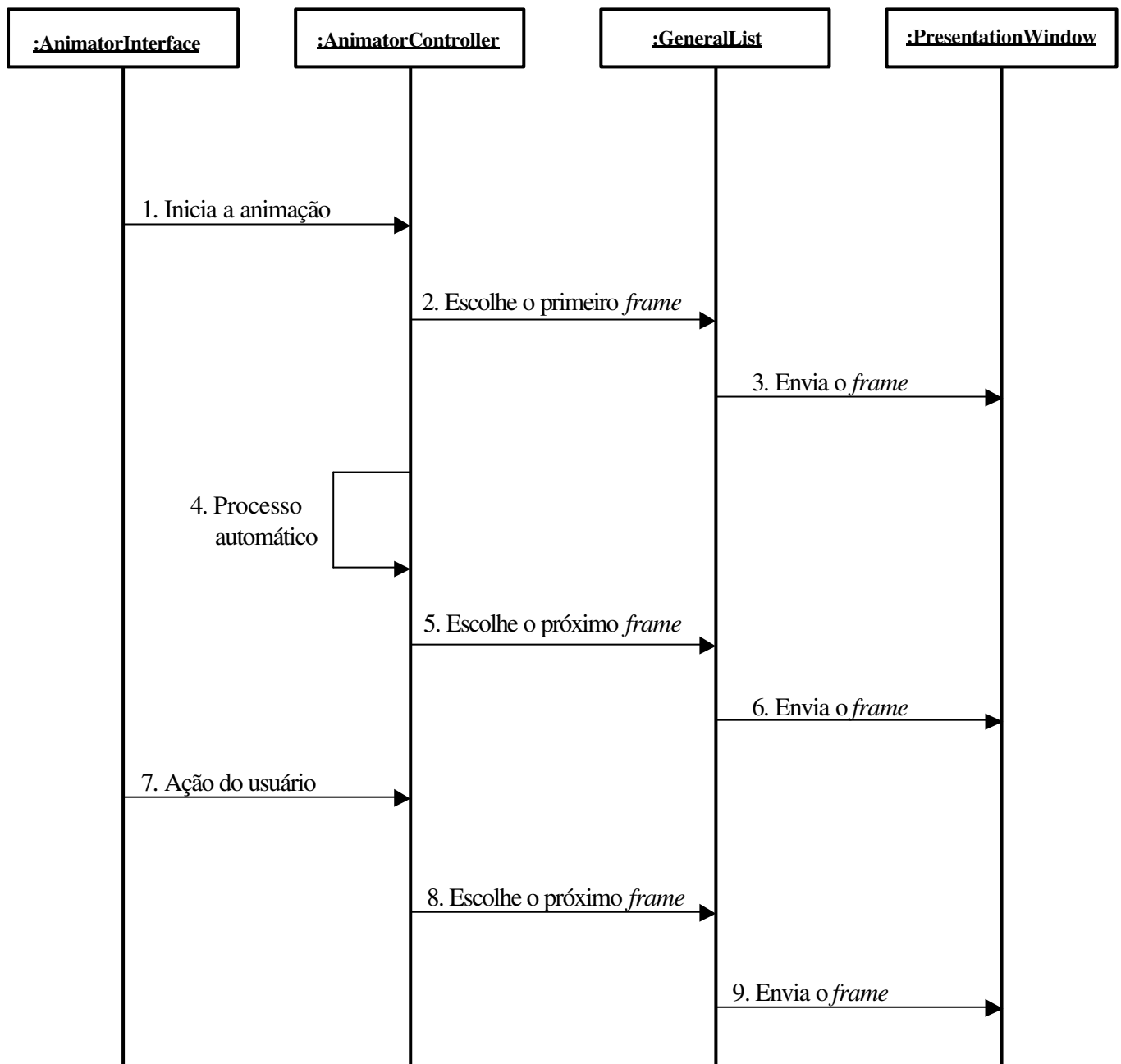


Fig.4.6 – Diagrama de seqüência parcial da animação

4.5 – Parser

O *Parser* é o subsistema responsável pela montagem do código fonte do *applet* a partir dos *frames* e das ações criados pelo usuário do sistema.

O diagrama de classes do *Parser* pode ser visto na Fig.4.7.

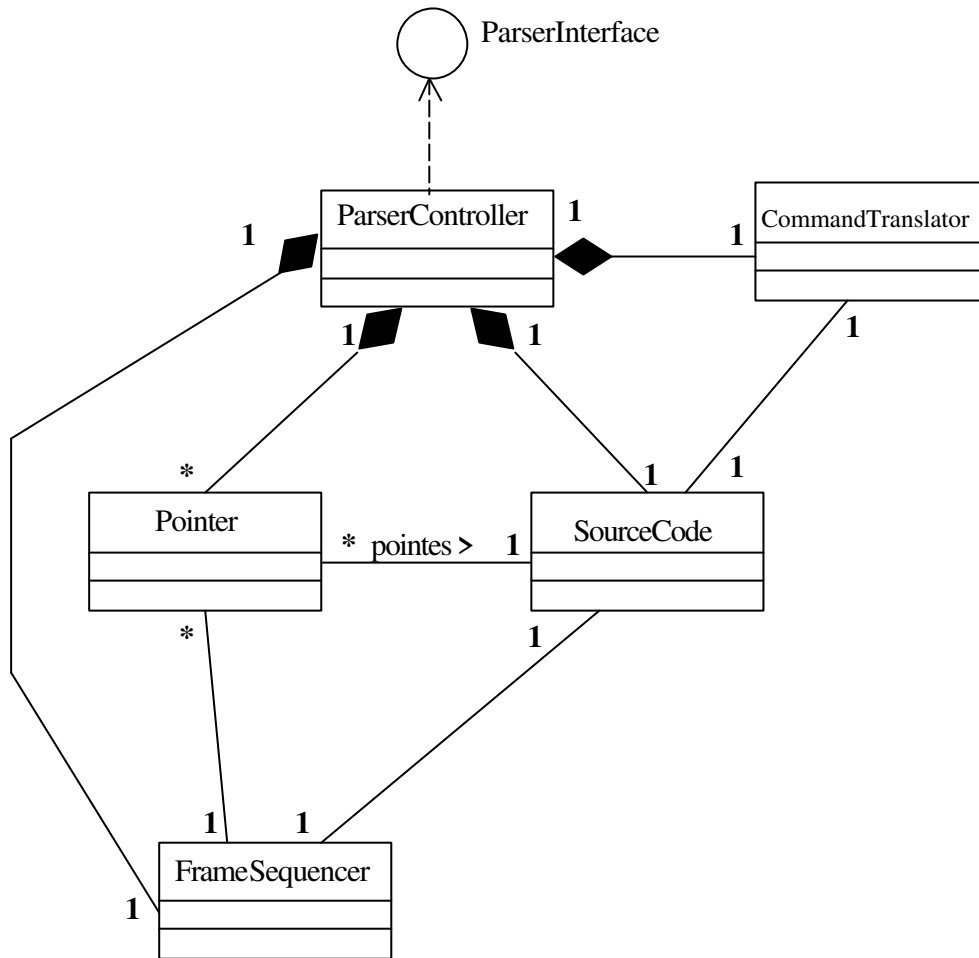


Fig.4.7 – Diagrama de classes do *Parser*

A classe *ParseController* agrega, por composição, as classes *FrameSequencer*, *Pointer*, *SourceCode* e *CommandTranslator*. A classe *Pointer* se encarrega do ponto, no código fonte (classe *SourceCode*), onde estão sendo inseridas novas linhas. A sequência dos *frames* é comandada pela classe *FrameSequencer*, e a transformação das ações solicitadas pelo usuário em código *Java* é realizada pela classe *CommandTranslator*.

A construção de um código é ilustrada pelo diagrama de seqüência parcial do *Parser*, apresentado na Fig.4.8.

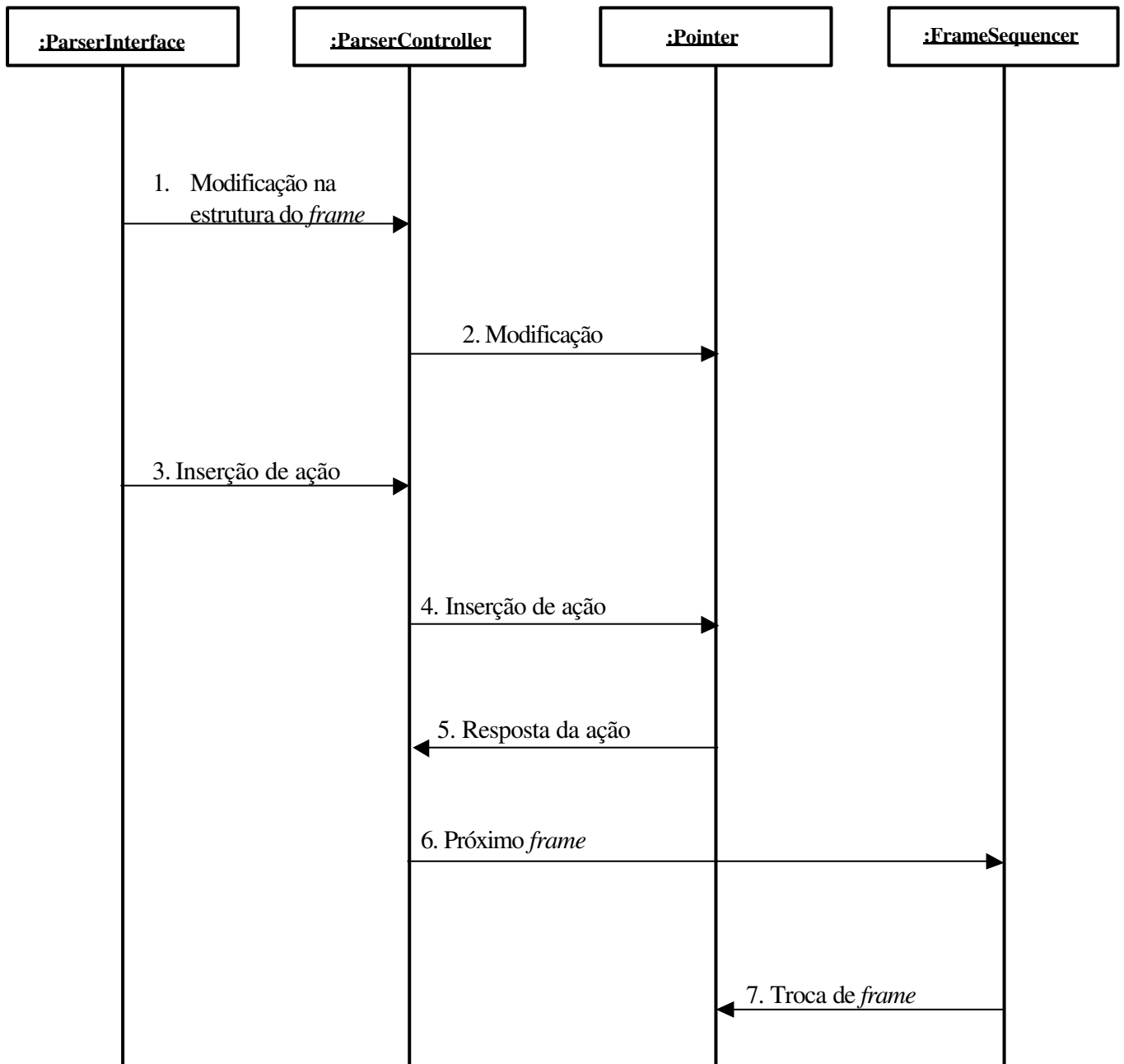


Fig.4.8 – Diagrama de seqüência parcial da construção do código

1. O usuário do sistema modifica a estrutura de algum *frame*. Essa modificação é comunicada ao *ParserController* via o *ParserInterface*.
2. A modificação do *frame* faz com que o *Pointer* seja atualizado e realize as alterações/inserções necessárias no código fonte do *applet*.
3. O usuário associa alguma ação ao *frame*. Essa associação é comunicada ao *ParserController* via o *ParserInterface*.
4. A inserção de uma ação também provoca atualização do *Pointer* para que sejam realizadas as alterações necessárias no código fonte.
5. O *ParserController* é comunicado pelo *Pointer* após a atualização do código fonte para comportar alguma ação.
6. O *ParserController* envia mensagem ao *FrameSequencer* indicando que deve ser iniciado o tratamento de um novo *frame* (que será chamado com a interação programada pela ação dos itens 4 e 5).
7. O *FrameSequencer* atualiza o *Pointer* de acordo com o novo *frame* que será tratado.

4.6 – *Compiler*

O *Compiler* é basicamente o compilador *Java* que originará o *applet* a partir do código montado pelo *Parser*.

Acesso a subsistemas externos é feito via a interface *CompilerInterface*.

A Fig.4.9 apresenta o diagrama de classes do *Compiler*:

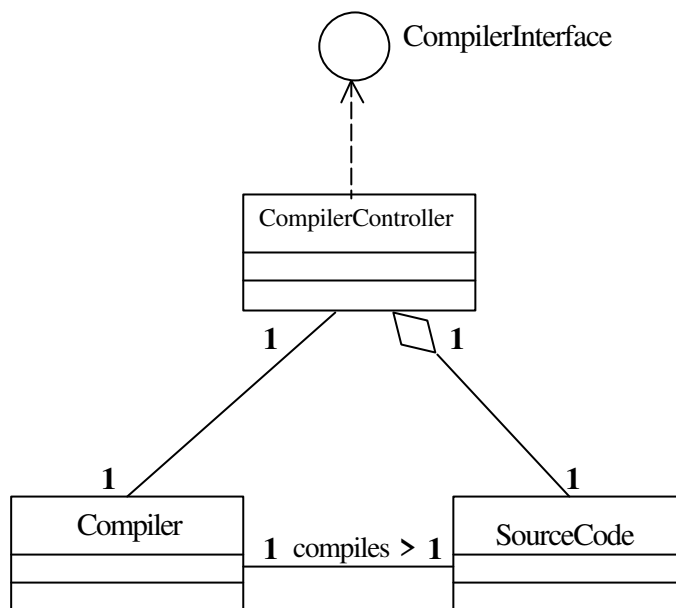


Fig.4.9 – Diagrama de classes do *Compiler*

A compilação de um *applet* é ilustrada pelo diagrama de seqüência parcial do *Compiler*, apresentado na Fig.4.10:

1. O *CompilerController* é comunicado de que a edição dos *frames* foi encerrada através do *CompilerInterface*.
2. O *CompilerController* envia ordem para que o compilador inicie a compilação.
3. Após a compilação o *Compiler* envia a resposta da compilação para o *CompilerController*.
4. O *CompilerController* repassa a resposta da compilação ao usuário através do *CompilerInterface*.

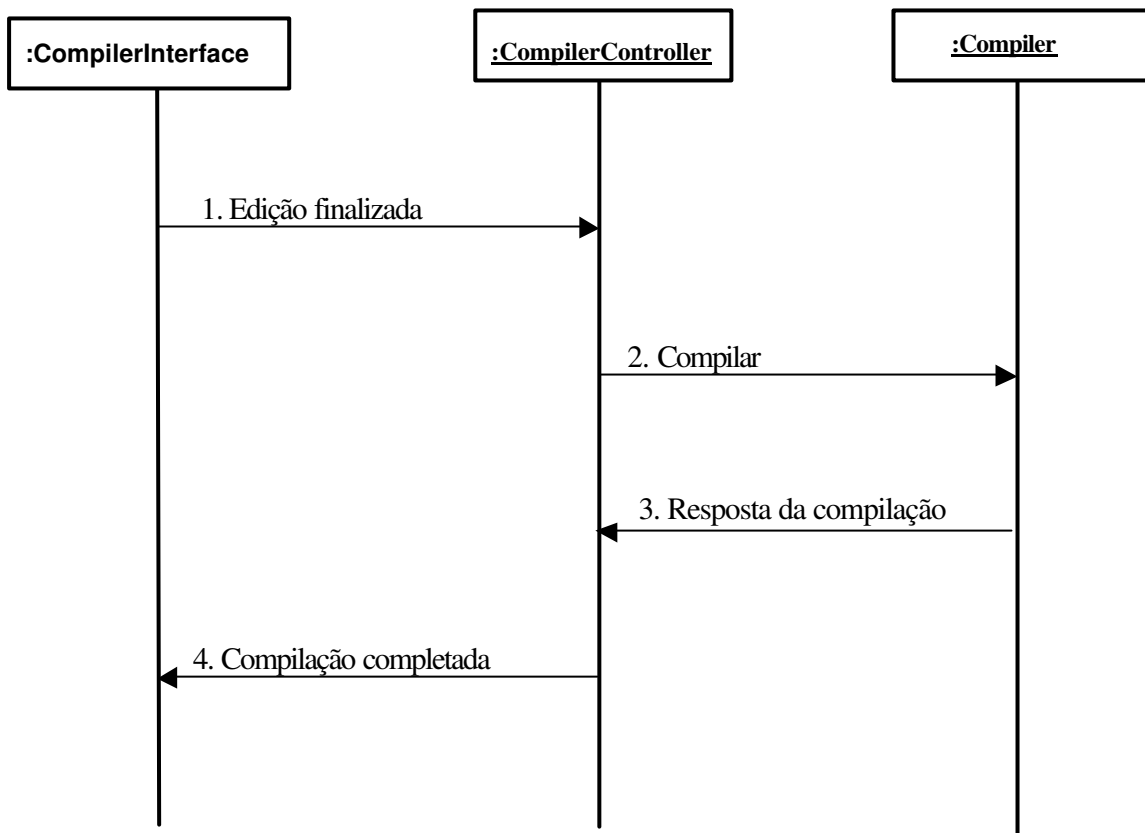


Fig.4.10 – Diagrama de seqüência parcial da compilação

4.7 – Resumo do Capítulo

A modelagem de um sistema para criação de animações com base em *applets* Java é possível e se torna mais simples se for seguido o paradigma de orientação a objetos. Nesta modelagem pode-se utilizar a notação UML que se tornou o padrão mais aceito nos projetos envolvendo OOP.

O sistema proposto foi subdividido em 4 subsistemas, responsáveis por atividades específicas dentro do funcionamento geral: Editor, Parser, Animator e Compiler.

O Editor constitui a interface com o usuário. As ações realizadas no Editor servem como entrada para que o Parser gere o código fonte do applet em desenvolvimento. O código fonte será posteriormente compilado pelo Compiler, mas a qualquer momento o funcionamento da animação pode ser verificado através do Animator, que é o subsistema de emulação.

Capítulo 5

Obtenção de um applet através do sistema proposto

No capítulo 6 será apresentado alguns *applets* utilizados em uma aula teste. Este capítulo pretende mostrar com mais detalhes como se pode obter um dos *applets* mencionados, o *applet* “Força de Lorentz” (Fig.5.1), utilizando o sistema proposto.

O código fonte do *applet* “Força de Lorentz” pode ser encontrado no Apêndice A. Dada a complexidade do código, verifica-se que é necessário um grande conhecimento da linguagem Java para se obter um código semelhante. A proposta deste trabalho, como já mencionado, é apresentar o projeto de um programa que possibilite a um professor, sem conhecimento da linguagem Java, criar os seus próprios *applets*, podendo então enriquecer as suas páginas HTML voltadas para a EAD, ou mesmo utilizar esse recurso didático como auxílio nas suas aulas presenciais.

5.1 – Descrição da Animação

O *applet* mostrado não possui animação automática (alteração de *frames* por temporização) ou por ações do mouse diretamente sobre algum *frame* (“*click*” ou “*click and drag*”). Na verdade, o que proporciona a interação do usuário, alterando os *frames*, são as escolhas feitas em 3 botões de ação e 3 caixas de seleção colocados num sub-painel à direita dos *frames*, conforme indicado na Fig.5.2. Se cada um dos botões ou caixas de seleção for considerado uma variável booleana e levando-se em consideração que a alteração dos *frames* se dará exclusivamente com base nas opções escolhidas,

pode-se dizer que o *frame* que deve ser apresentado basea-se no estado em que se encontram os botões e as caixas de entrada.

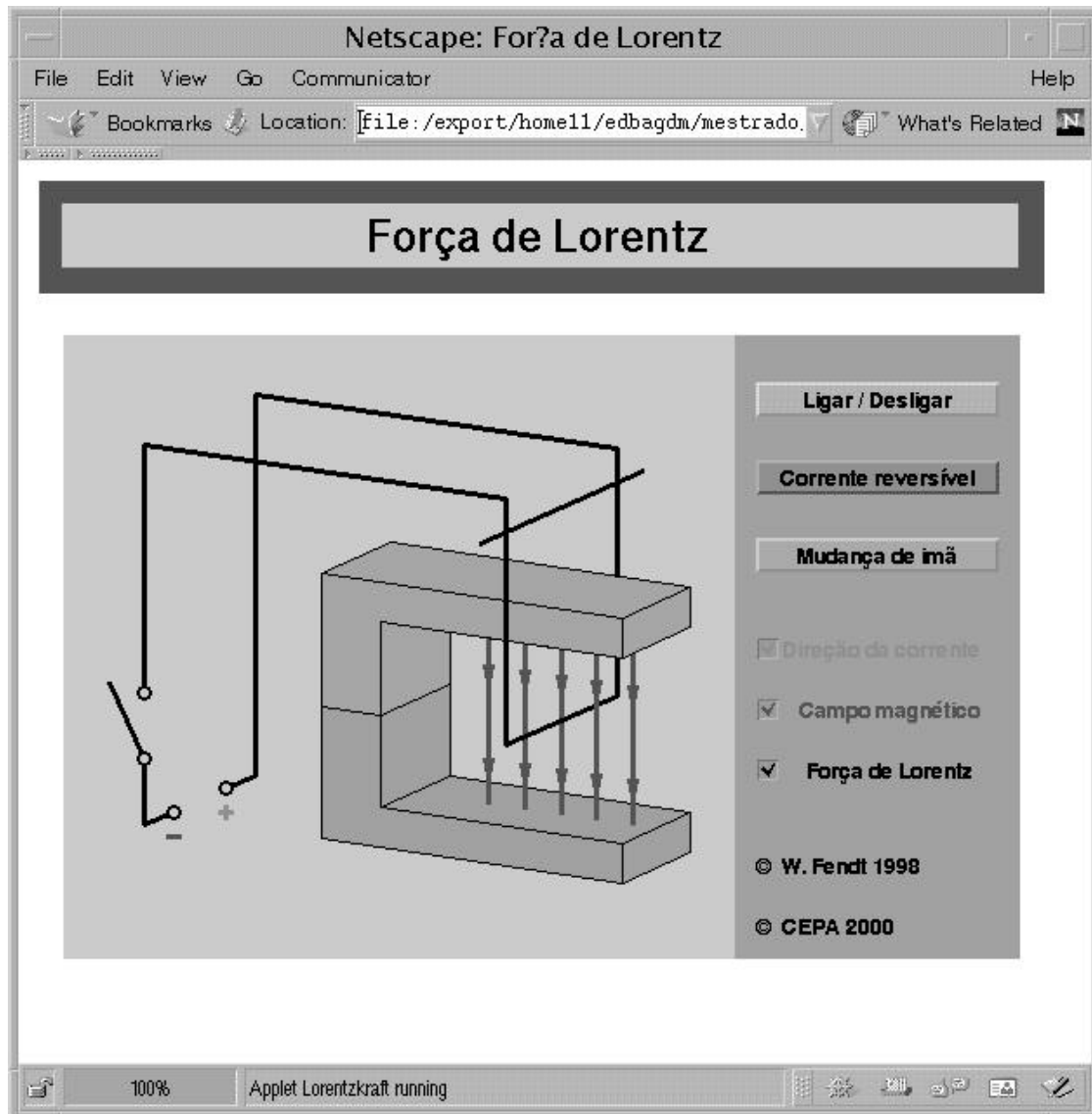


Fig.5.1 – Página com Applet Mostrando a Força de Lorentz



Fig.5.2 – Sub-painel mostrando os botões de ação e as caixas de seleção

O sub-painel da Fig.5.2 pode ser construído com as ferramentas “ação através de botão” e “ação através de caixa de seleção” disponíveis no Editor (Capítulo 4).

Para facilitar a compreensão pode-se atribuir uma variável booleana para cada botão/caixa da seguinte forma:

- Variável A : botão “Ligar / Desligar”
- Variável B : botão “Corrente reversível”
- Variável C : botão “Mudança de imã”
- Variável d : caixa de seleção “Direção da corrente”
- Variável e : caixa de seleção “Campo magnético”
- Variável f : caixa de seleção “Força de Lorentz”

Essas variáveis podem assumir os seguintes valores:

- Botão não pressionado – 0
- Botão pressionado – 1
- Caixa não selecionada – 0
- Caixa selecionada – 1

Existindo 6 variáveis booleanas é possível a existência de 64 (2^6) estados diferentes correspondendo a 64 frames diferentes, conforme mostrado na tabela-verdade compreendida pelas Tabelas 5.1 e 5.2.

O *applet* do exemplo não utiliza todos os estados possíveis, pois alguns dos estados não provocam mudança de *frame*. O *applet* é composto por 40 *frames* que podem ser observados nas figuras Fig.5.3, Fig.5.4, Fig.5.5 e Fig.5.6. Esses *frames* podem ser construídos com as ferramentas de edição existentes no *Editor* (traço-livre, reta, lupa e caixa-de-texto). Como os *frames* são muito semelhantes, com apenas algumas alterações de um para outro, basta criar um *frame* e com a opção “copy/paste” ir montando os demais.

5.2 – Sequenciamento de frames em uma animação.

A sequência de frames que aparecerá na animação depende da interação do usuário e do estado atual das variáveis de estado do *applet*. Portanto, considerando o estado inicial padrão com todos os botões não pressionados e todas as caixas selecionadas, uma sequência possível seria :

- frame 2 : Frame inicial padrão.
- frame 2 – frame 15 : transição após o pressionamento do botão “Ligar/Desligar”.
- frame 15 – frame 32 : transição após o pressionamento do botão “Corrente reversível”.
- frame 32 – frame 40 : transição após o pressionamento do botão “Mudança de imã”.
- frame 40 – frame 36 : transição após a retirada da seleção da caixa “Direção da corrente”
- frame 36 – frame 35 : transição após a retirada da seleção da caixa “Força de Lorentz”.
- frame 35 – frame 19 : transição após um novo pressionamento do botão “Corrente reversível”

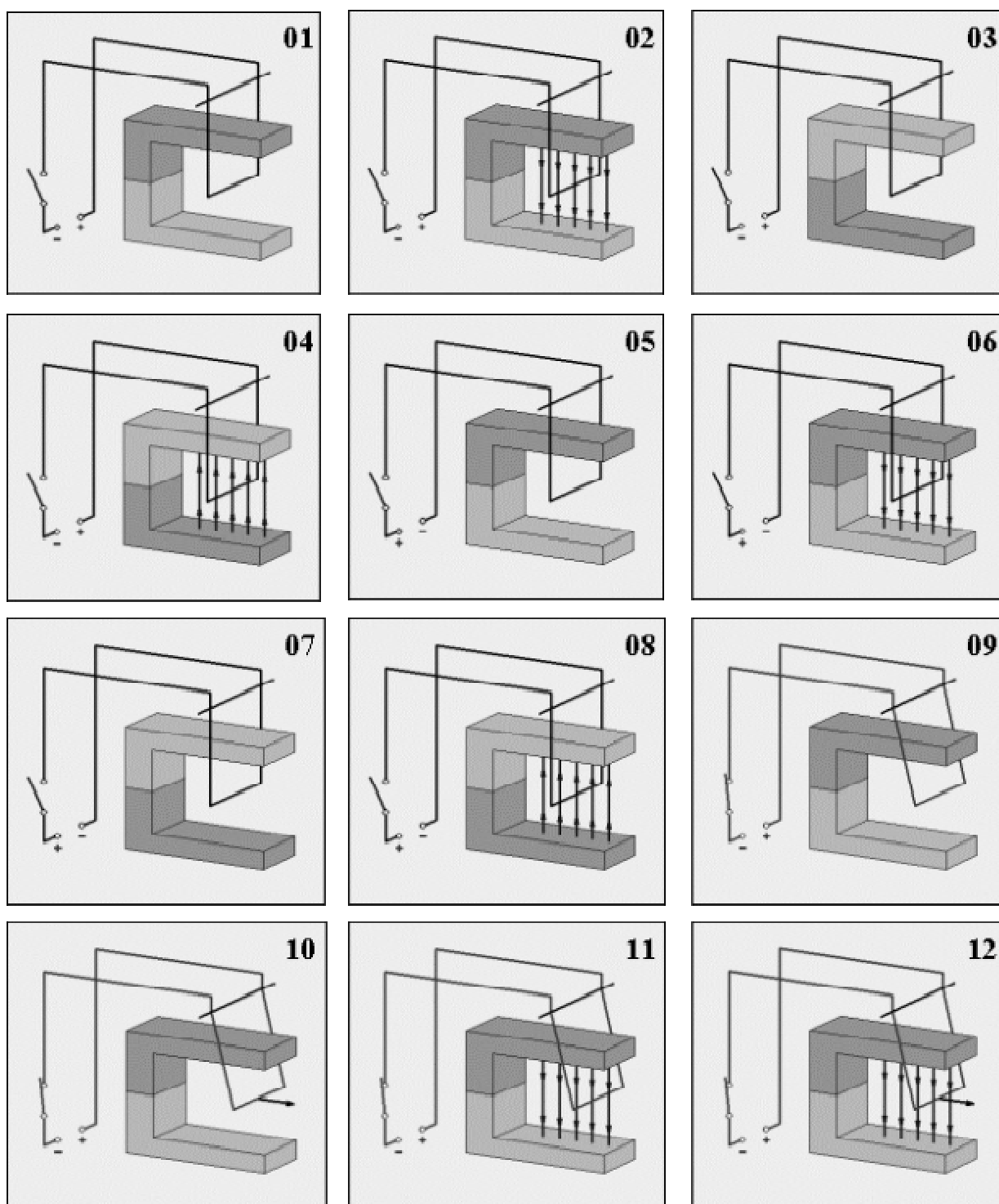


Fig.5.3 – *Frame 1 a frame 12 do applet “Força de Lorentz”*

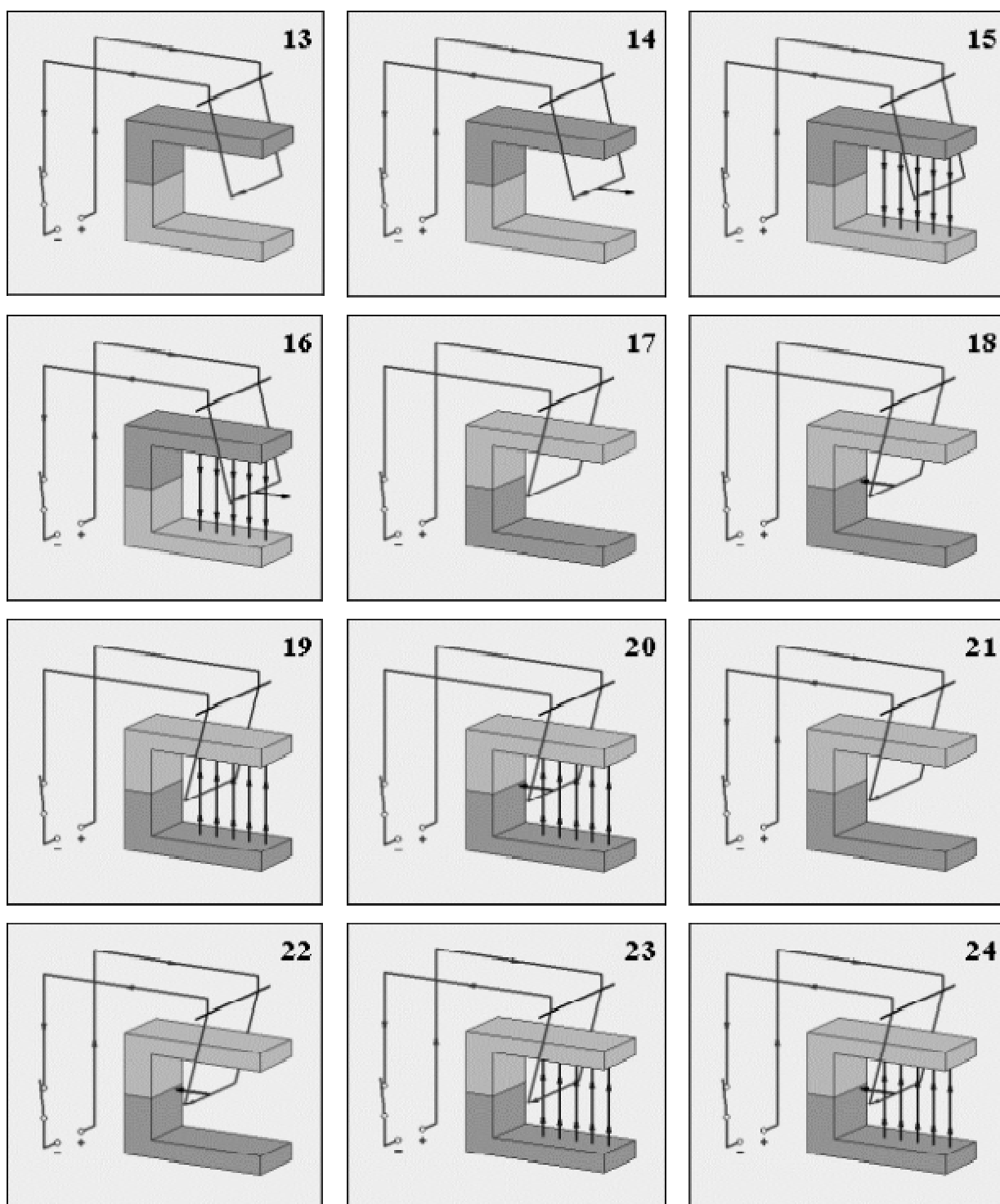


Fig.5.4 – *Frame 13 a frame 24 do applet “Força de Lorentz”*

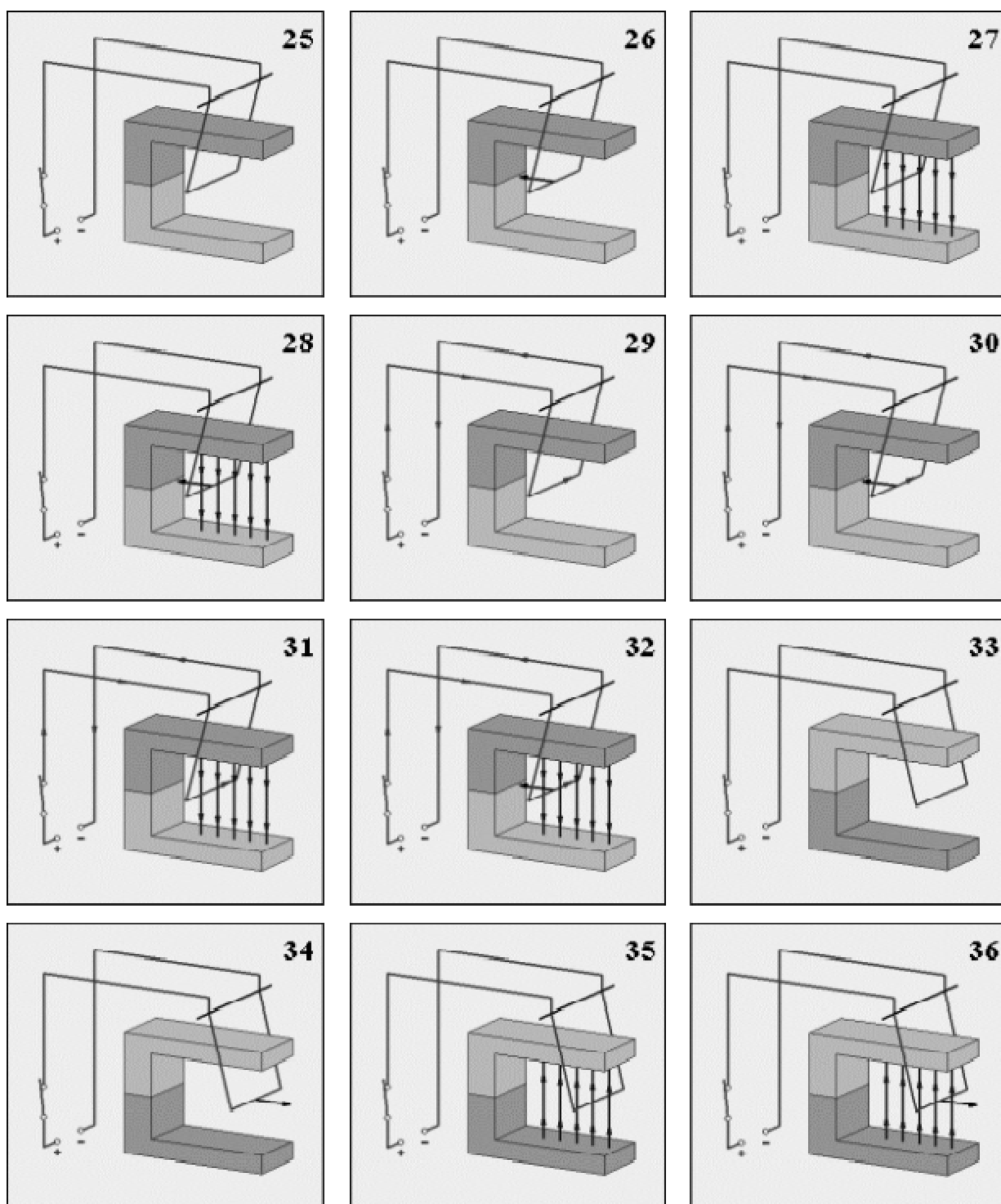


Fig.5.5 – *Frame 25 a frame 36 do applet “Força de Lorentz”*

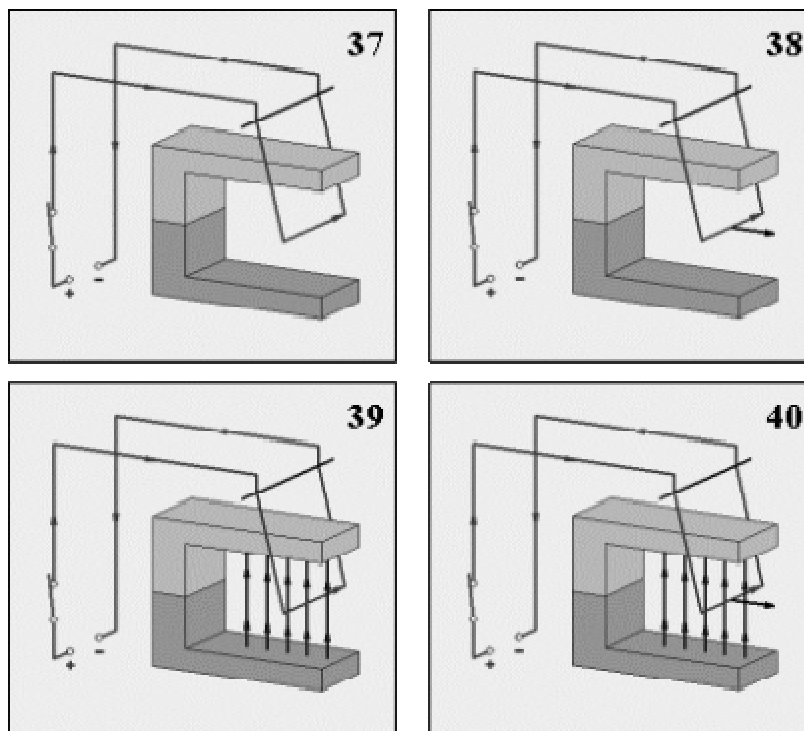


Fig.5.6 – Frame 36 a frame 40 do applet “Força de Lorentz”

Durante o processo de edição é possível testar a animação (no caso a troca de *frames* proporcionada pelos botões e caixas de seleção) através do *Animator*, disponibilizado pelo sistema conforme indicado no Capítulo 4.

Finalizado o processo de edição tem-se todos os *frames* e os estados correspondentes indicando quando esses *frames* devem ser apresentados. O *Parser* é então chamado para finalizar o processo de conversão de *frames* e ações no código fonte do *applet*. Depois de obtido o código fonte basta rodar o *Compiler*, que nada mais é do que um compilador Java, que originará o *.class* correspondente ao *applet*.

Através da tabela-verdade das Tabelas 5.1 e 5.2 é possível montar a seqüência de aparecimento de frames de acordo com as opções escolhidas. As ações provocadas pelos botões e caixas de seleção serão mudanças de *frames*, devendo-se então, com base na tabela-verdade, programar essas mudanças correspondendo ao estado final assumido pelas variáveis após a ação.

TABELA 5.1 – PRIMEIRA PARTE DA TABELA-VERDADE PARA O APPLET

Estado	Variáveis correspondentes aos botões/caixas						Número Do <i>Frame</i>
	A	B	C	d	e	f	
0	0	0	0	0	0	0	01
1	0	0	0	0	0	1	01
2	0	0	0	0	1	0	02
3	0	0	0	0	1	1	02
4	0	0	0	1	0	0	01
5	0	0	0	1	0	1	01
6	0	0	0	1	1	0	02
7	0	0	0	1	1	1	02
8	0	0	1	0	0	0	03
9	0	0	1	0	0	1	03
10	0	0	1	0	1	0	04
11	0	0	1	0	1	1	04
12	0	0	1	1	0	0	03
13	0	0	1	1	0	1	03
14	0	0	1	1	1	0	04
15	0	0	1	1	1	1	04
16	0	1	0	0	0	0	05
17	0	1	0	0	0	1	05
18	0	1	0	0	1	0	06
19	0	1	0	0	1	1	06
20	0	1	0	1	0	0	05
21	0	1	0	1	0	1	05
22	0	1	0	1	1	0	06
23	0	1	0	1	1	1	06
24	0	1	1	0	0	0	07
25	0	1	1	0	0	1	07
26	0	1	1	0	1	0	08
27	0	1	1	0	1	1	08
28	0	1	1	1	0	0	07
29	0	1	1	1	0	1	07
30	0	1	1	1	1	0	08
31	0	1	1	1	1	1	08

TABELA 5.2 – SEGUNDA PARTE DA TABELA-VERDADE PARA O APPLET

Estado	Variáveis correspondentes aos botões/caixas						Número Do <i>Frame</i>
	A	B	C	d	e	f	
32	1	0	0	0	0	0	9
33	1	0	0	0	0	1	10
34	1	0	0	0	1	0	11
35	1	0	0	0	1	1	12
36	1	0	0	1	0	0	13
37	1	0	0	1	0	1	14
38	1	0	0	1	1	0	15
39	1	0	0	1	1	1	16
40	1	0	1	0	0	0	17
41	1	0	1	0	0	1	18
42	1	0	1	0	1	0	19
43	1	0	1	0	1	1	20
44	1	0	1	1	0	0	21
45	1	0	1	1	0	1	22
46	1	0	1	1	1	0	23
47	1	0	1	1	1	1	24
48	1	1	0	0	0	0	25
49	1	1	0	0	0	1	26
50	1	1	0	0	1	0	27
51	1	1	0	0	1	1	28
52	1	1	0	1	0	0	29
53	1	1	0	1	0	1	30
54	1	1	0	1	1	0	31
55	1	1	0	1	1	1	32
56	1	1	1	0	0	0	33
57	1	1	1	0	0	1	34
58	1	1	1	0	1	0	35
59	1	1	1	0	1	1	36
60	1	1	1	1	0	0	37
61	1	1	1	1	0	1	38
62	1	1	1	1	1	0	39
63	1	1	1	1	1	1	40

Capítulo 6

Análise da Utilização de Applets em um Curso Semi-presencial

Este capítulo descreve o teste realizado em duas turmas do curso técnico de eletrônica ministrado pelo Instituto Monitor para funcionários e terceiros da Telefônica de Jundiaí. Com o teste obteve-se uma análise mais quantitativa do nível de estímulo alcançado pelos alunos quando colocados frente a atividades mais interativas, através do computador, envolvendo a matéria estudada.

Em uma das duas turmas citadas (turma “B”) o método didático utilizado manteve-se na linha tradicional, com uso de apostilas impressas e lista de exercícios. Na outra turma (turma “A”) foi alcançada uma maior interatividade com a apresentação para os alunos, além do material tradicional, de páginas *HTML* enriquecidas com *applets* sobre conceitos básicos de eletromagnetismo. O teste consistiu também, após finalizado um módulo do curso, na aplicação de uma mesma avaliação escrita para as duas turmas.

Com o teste pretendia-se verificar se a maior interatividade no desenvolvimento do curso por uma das turmas a levaria a um melhor desempenho na avaliação do módulo.

6.1 – Descrição do Curso

O curso em questão teve um caráter semi-presencial, pois utilizou o tradicional material do curso de eletrônica por correspondência do Instituto Monitor mas, devido a um acordo com o Sindicato dos Trabalhadores da Telefônica, colocou-se professores para ministrar aulas presenciais e aplicar os devidos testes. O curso completo, com acompanhamento do professor, teve

duração de 10 meses, e o módulo utilizado no teste (magnetismo e eletromagnetismo) durou 5 aulas (20 horas), além das atividades extra-classe de encargo do aluno.

Os alunos que freqüentavam o curso eram funcionários da Telefônica e de empresas terceirizadas que prestavam serviços à Telefônica. Esses alunos já tinham completado o 2º grau e muitos trabalhavam no ramo da eletrônica (cabistas, instaladores, etc) mas não possuíam uma formação técnica, faltando-lhes teoria geral sobre eletrônica, que seria obtida com o curso, possibilitando que eles, se devidamente aprovados nas avaliações, conseguissem o registro junto ao CREA.

Devido ao grande interesse e procura pelo curso foram formadas duas turmas. A turma “A” com aulas às segundas e quartas-feiras e a turma “B” com aulas às terças e quintas-feiras. A turma “A” ficou composta de 34 alunos e a turma “B” de 31 alunos.

O nível de conhecimento das duas turmas estava equilibrado, como pode ser constatado com as aulas e avaliações dos módulos iniciais do curso (matemática e eletricidade), portanto, para o teste desejado, foi proposto à turma “A” que trabalhasse também, fora da sala de aula, em um curso montado em páginas *HTML* disponíveis na *Web* sobre o assunto do módulo (eletromagnetismo).

Dos 34 alunos da turma “A”, 23 aceitaram a proposta. Os 11 alunos restantes justificaram não ter acesso à *Internet* para poder realizar este tipo de curso, sendo este um dos pontos a serem pensados no oferecimento de cursos a distância usando a *Internet* como meio de comunicação.

Para verificar se os alunos estavam realmente acompanhando o curso proposto, foram colocadas listas de exercícios juntamente com o curso na *Web*, que o aluno deveria responder e entregar ao professor. Listas semelhantes eram passadas aos alunos da turma “B” para que resolvessem fora do horário de aula e devolvessem ao professor.

Ao se aplicar a avaliação final do módulo, como as provas eram as mesmas, tomou-se o cuidado de aplicar a avaliação primeiro à turma “A”, de

forma que, caso os alunos trocassem informações sobre o conteúdo da prova, a turma “A” não fosse beneficiada.

6.2 – Applets Utilizados

Os *applets* utilizados forma os *applets* sobre Eletrodinâmica disponibilizados na página dedicada a *applets* de Walter Fendt [Fendt, 1998].

Estes *applets* mostram respostas diferentes de acordo com opções escolhidas ou arrastando-se objetos pertencentes ao *applet*.

6.2.1 – *Applet*: Campo Magnético de um Fio Linear Transportando uma Corrente Elétrica

Este *applet* simula um experimento que mostra o campo magnético ao redor de um condutor conduzindo uma alta corrente elétrica. A aparência do *Browser* ao ser aberta a página contendo o *applet* pode ser vista na Fig.6.1 .

As linhas do campo magnético, de um fio transportando uma corrente, formam círculos concêntricos ao redor do fio. A direção do campo magnético, representada por setas desenhadas nos círculos, é determinada pela regra da mão direita.

A direção convencional da corrente no fio é mostrada através de uma seta no interior do condutor. A direção dessa corrente pode ser alterada pressionando-se o botão “Corrente reversível” na parte inferior do *applet*. Os pontos no interior do condutor estão sempre se movendo no sentido contrário ao da corrente convencional, simbolizando o movimento dos elétrons no interior do condutor. Os sinais nas extremidades do fio simbolizam os pólos da bateria conectada.

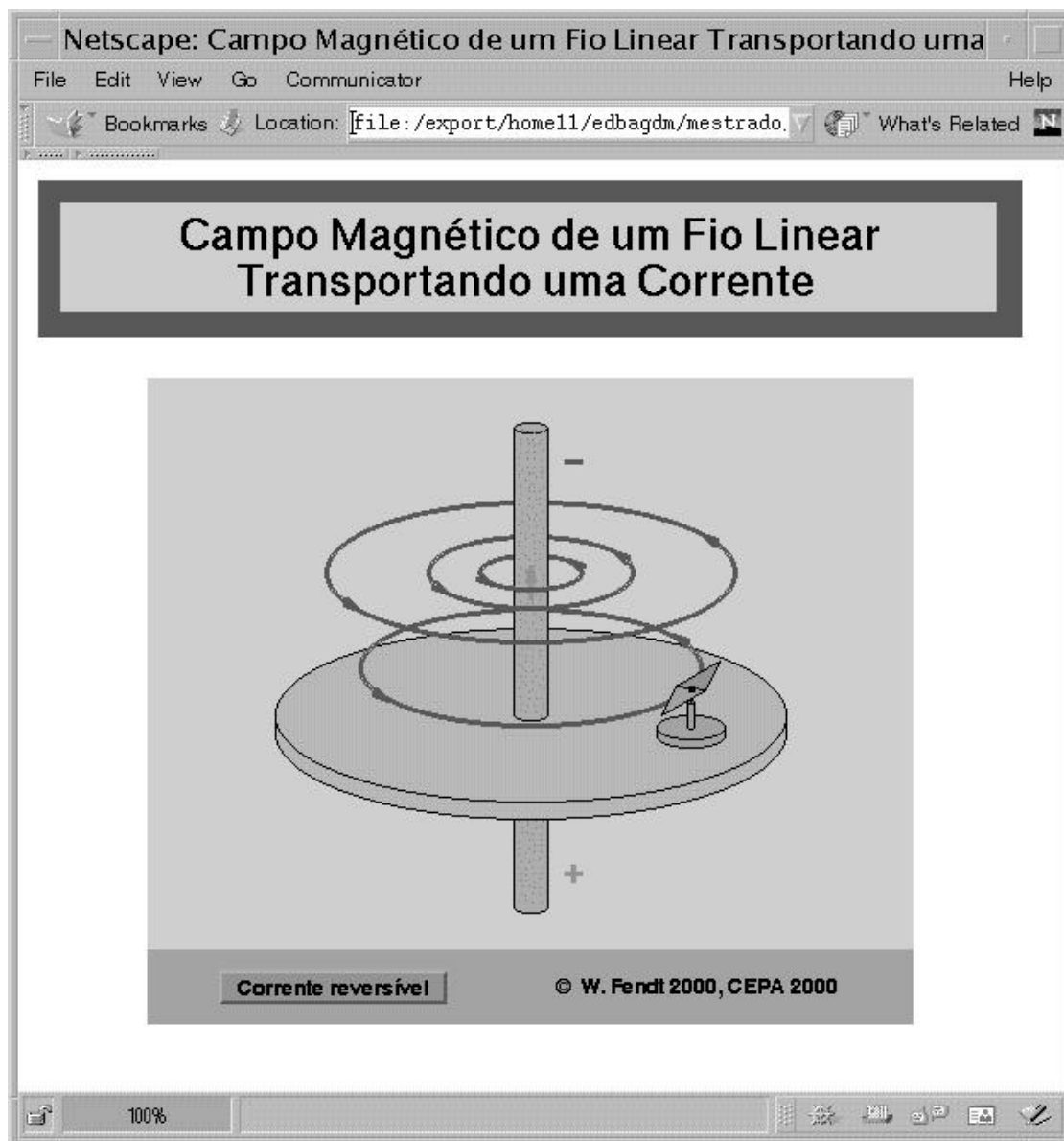


Fig.6.1 – Página com Applet Mostrando o Campo Magnético de um Fio Linear

A bússola pode ser movida sobre a superfície da mesa, através do *mouse*, mostrando a direção do campo magnético na posição em que ela estiver ocupando. Os pólos norte e sul da bússola estão pintados de cores diferentes para que se tenha noção da variação no sentido do campo à medida que se arrasta a bússola sobre a mesa. A influência do campo magnético da terra é desprezado nessa simulação.

6.2.2 – Applet: Força de Lorentz

Este *applet* Java demonstra a força de Lorentz. Essa força é exercida sobre um condutor, que está transportando uma corrente elétrica, quando ele é colocado sob a influência de um campo magnético (o *applet* mostra um ímã tipo ferradura gerando o campo magnético). A Fig.6.2 mostra a página contendo esse *applet*.

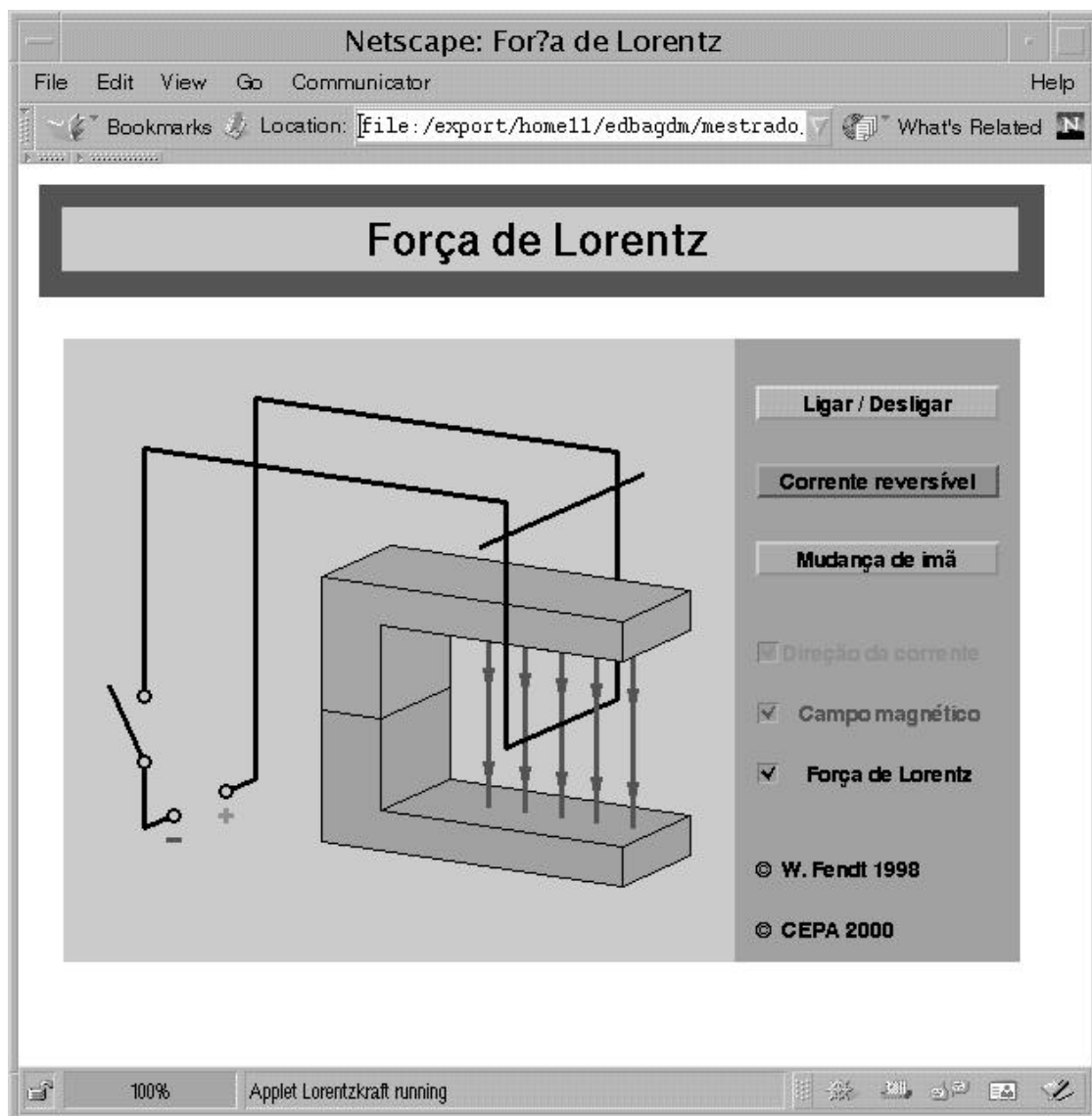


Fig.6.2 – Página com Applet Mostrando a Força de Lorentz

A corrente elétrica pode ser ligada ou desligada usando-se o botão "Ligar/Desligar" colocado no painel à direita do *applet*. Os outros dois botões no painel, "Corrente reversível" e "Mudança de Imã", invertem o sentido da corrente e do campo magnético, respectivamente. Se a caixa de alternativa "Direção da corrente" for selecionada, o sentido da corrente será mostrado na forma de setas desenhadas no condutor. Se a caixa de alternativa "Campo magnético" for selecionada, as linhas de campo serão mostradas como setas indo do polo norte para o polo sul do imã. A opção "Força de Lorentz" mostra a Força de Lorentz resultante na forma de uma seta agindo sobre a parte do condutor sob influência do campo magnético.

Ao ser ligada a corrente elétrica o condutor moverá para a direita ou para a esquerda, dependendo do sentido colocado para a corrente e para o campo magnético.

6.2.3 – Applet: Corrente Elétrica Direta de um Motor

Este *applet* mostra a corrente elétrica direta de um motor, que está ilustrado de uma forma simples, apresentando apenas as partes mais importantes para maior clareza. Ao invés de uma armadura com muitas curvas e um núcleo de ferro, há somente uma simples espira retangular que gira, sendo que seu eixo foi omitido. A Fig.6.3 mostra a página contendo esse *applet*

A corrente elétrica convencional é mostrada na forma de setas desenhadas no condutor e na espira dentro do campo magnético. Também são representados por setas o campo magnético e a Força de Lorentz agindo na espira. O botão "Pausa/Reinício" pausa ou renicia a animação. O botão "Mudança de direção" altera o sentido da corrente elétrica. É possível alterar a velocidade de rotação através da barra de rolagem abaixo dos botões mencionados. As caixas de seleção permitem habilitar ou não as indicações de sentido de corrente, campo magnético e da força agindo sobre a espira.

A espira está mergulhada no campo magnético, portanto, ao permitir a passagem de corrente elétrica pela espira, surgirá a Força de Lorentz, agindo na direção ortogonal à direção da corrente elétrica e às linhas do campo magnético, que fará com que o motor gire. O sentido de giro do motor depende do sentido escolhido para a corrente elétrica.

A alteração necessária no sentido da corrente elétrica através da espira, quando se atinge o ponto de força resultante nula, é conseguida através do uso do comutador indicado no *applet*.

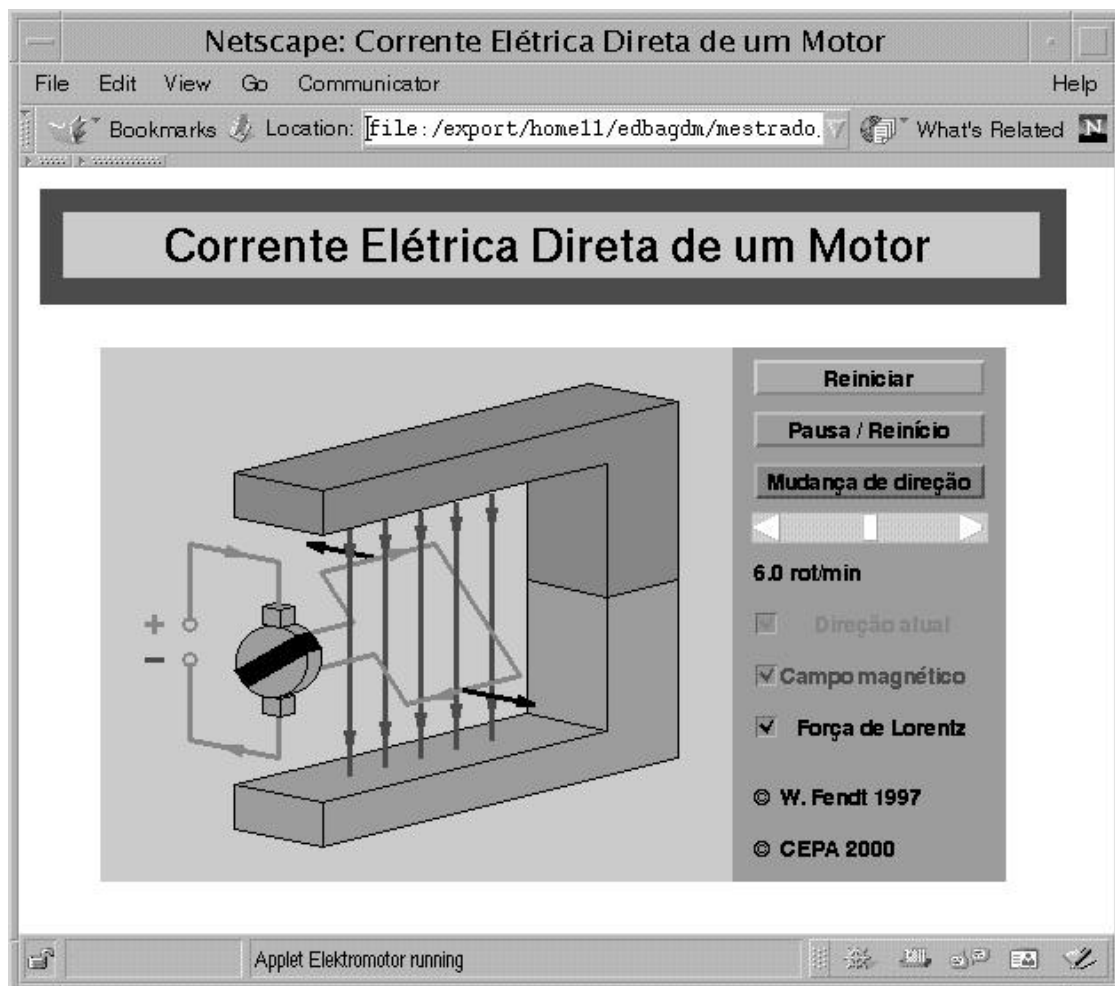


Fig.6.3– Página com Applet Mostrando o Funcionamento de um Motor CC

6.2.4 – Applet: Gerador

Este *applet* Java simula um gerador ilustrado de uma forma simples. Os botões de alternativa na parte de cima à direita permitem que se opte por um gerador AC (sem comutador), ou por um gerador DC (com comutador). É possível também mudar a direção da rotação, usando o botão correspondente. O controle ajustável torna possível variar-se a velocidade de rotação. Pode-se parar e continuar a simulação com o botão "Pausa / Reinício" (Isso contudo, não significa uma parada real do movimento, porque nesse caso a voltagem induzida seria reduzida à zero, e sim um congelamento da simulação para verificar um determinado ponto). A Fig.6.4 ilustra esse *applet*.

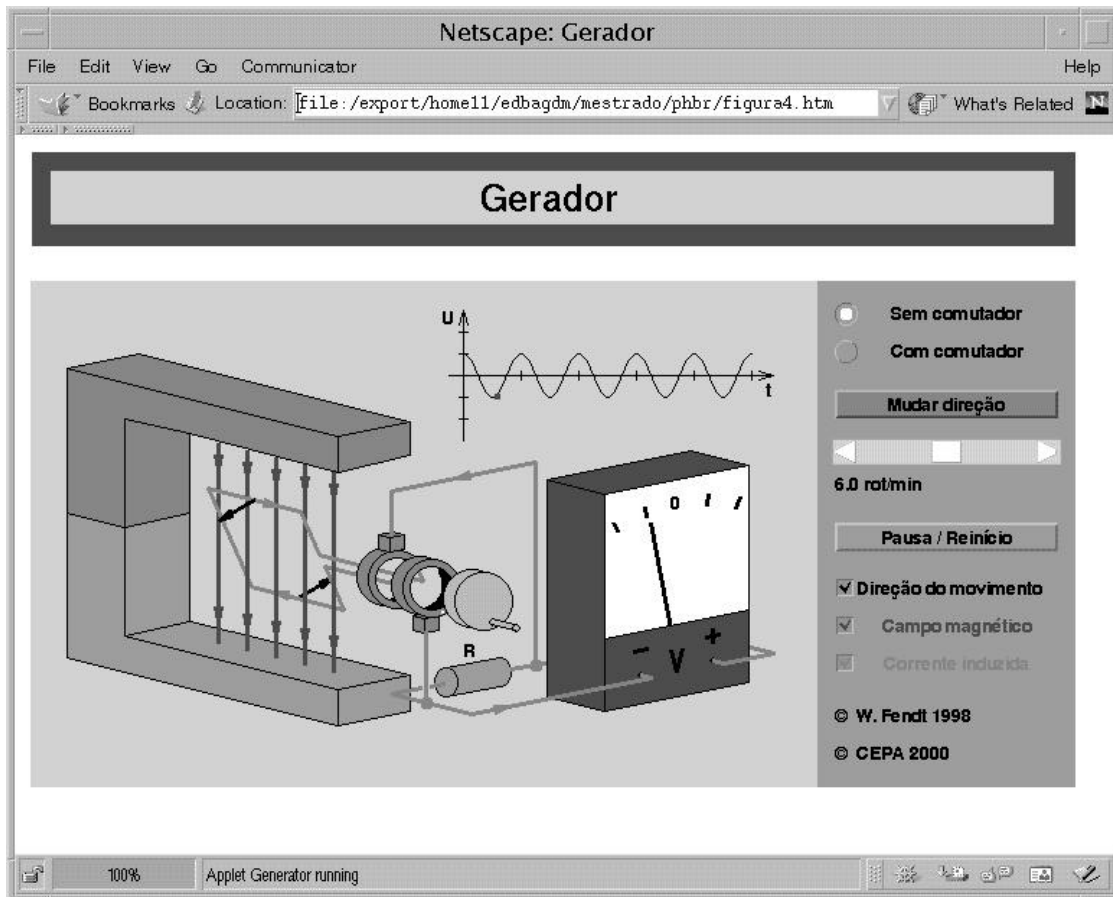


Fig.6.4– Página com Applet Mostrando o Funcionamento Gerador

A tensão gerada pode ser verificada através do voltímetro ou, em relação ao tempo, na curva Uxt na parte superior do *applet*.

6.3 – Resultados

O resultado da avaliação apresentou o quadro esperado, a nota média da turma “A” (considerando apenas os 23 alunos que aceitaram participar do teste) foi superior à da turma “B”. Considerando que grande parte das questões aplicadas aos alunos envolviam diretamente conceitos presentes nas animações, conclui-se que os *applets* apresentaram os conceitos de uma forma mais agradável e portanto a assimilação do conteúdo foi conseguida de uma forma mais natural e perene. Esse resultado pode ser observado na Tabela 6.1 e no gráfico mostrado na Fig.6.5.

TABELA 6.1 – RESULTADO DA AVALIAÇÃO APLICADA AOS ALUNOS

	Turma A		Turma B	
Notas	N. de alunos	% dos alunos	N. de alunos	% dos alunos
0 a 2	1	4.35 %	1	3.22 %
2 a 4	2	8.70 %	7	22.58 %
4 a 6	3	13.04 %	11	35.48 %
6 a 8	5	21.74 %	10	32.26 %
8 a 10	12	52.17 %	2	6.45 %
Média	7.43		5.48	

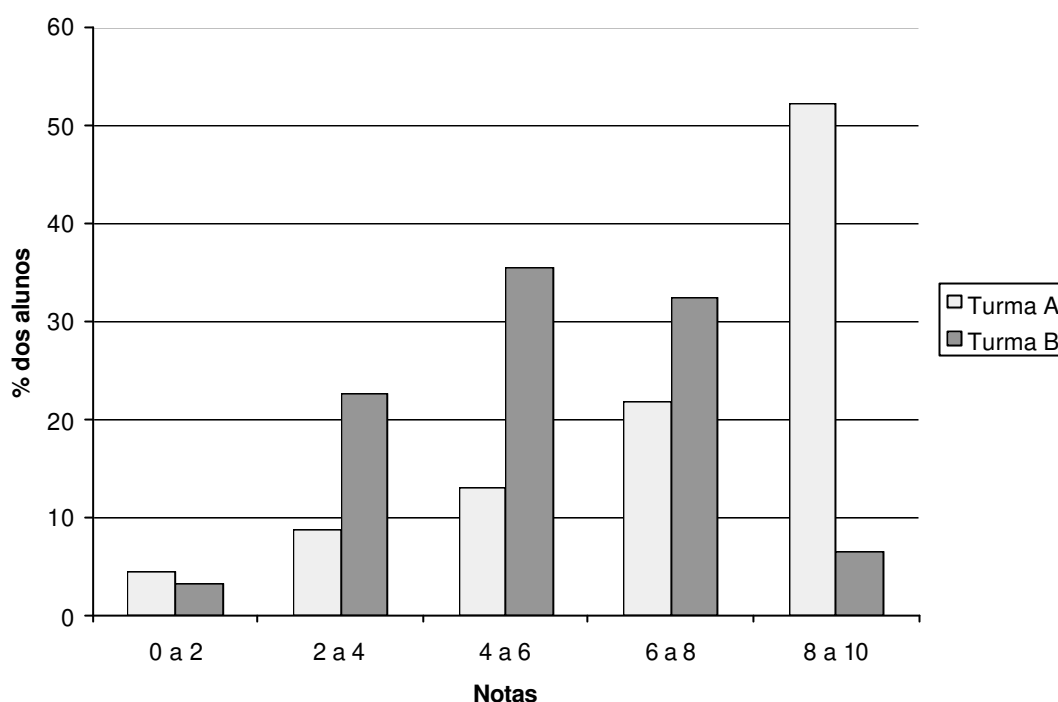


Fig.6.5– Comparação entre as duas turmas envolvidas no teste

Um dos problemas encontrados foi que 32% dos alunos da turma “A” não aceitaram participar do teste por não possuírem acesso à *Internet*. Este quadro é apresentado no gráfico da Fig.6.6. Este é um dos problemas enfrentados quando se deseja utilizar inovações tecnológicas nas propostas de EAD, muitos dos potenciais estudantes podem não ter acesso aos últimos recursos tecnológicos e, dessa forma, a proposta de inclusão, via a EAD, das pessoas que não possuem um acesso fácil aos centros de ensino pode acabar não surtindo o efeito desejado, ou mesmo acabar funcionando como mais um mecanismo de exclusão. Mas do ponto de vista técnico e pedagógico a utilização de *applets* colabora na assimilação de conteúdos pelos alunos por agir como uma interface mais amigável e interativa entre o aluno e o conteúdo que o professor deseja apresentar. Portanto é plenamente justificável trabalhos no sentido de tornar mais fácil a criação dessas animações, como a proposta

apresentada por este trabalho, de forma que o professor, sem conhecimento de técnicas de programação, possa melhorar o acesso ao conteúdo por parte do aluno criando os seus próprios *applets* através de uma ferramenta visual.

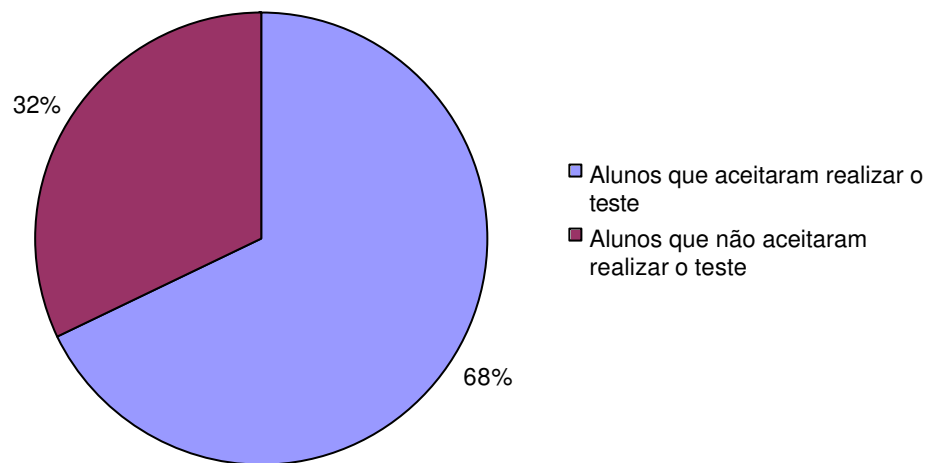


Fig.6.6 – Porcentagem dos alunos que não participaram do teste por não possuírem acesso à Internet

Capítulo 7

Conclusões

A análise bibliográfica realizada no primeiro capítulo desta dissertação procurou mostrar que um projeto de Educação a Distância (EAD) é viável se pedagogicamente embasado e se contar com recursos didáticos sistematicamente organizados.

Como descrito por Tessarollo [Tessarollo, 2000], a Educação a Distância, tradicionalmente marcada pelas mídias tradicionais, como material impresso, televisão e rádio, vem assumindo hoje uma concepção totalmente nova devido aos avanços das novas tecnologias de informação e comunicação. Os recursos oferecidos pelas novas tecnologias, principalmente através da *Internet*, fazem com que a Educação a Distância deixe de ser apenas uma alternativa para as pessoas impedidas de ter acesso à educação formal e passe a ser uma modalidade inovadora e de qualidade, além de viabilizar a educação continuada para um maior contingente de pessoas. Nessa modalidade de educação, pretende-se que o professor deixe de ser o único detentor/transmissor das informações e controlador do processo ensino-aprendizagem, para ser um orientador que estimule a curiosidade, o debate e a interação com os outros participantes do processo.

No primeiro capítulo também foram abordados os problemas que envolvem a EAD. A experiência com cursos a distância tem mostrado que apesar de muitas vantagens notórias, como o acesso facilitado a um grande contingente de pessoas e a flexibilidade quanto a tempo e espaço, ainda existem problemas. Dentre aqueles citados na literatura ([Harasim et al., 1996], [Hara & Kling, 1999], [Romani, 2000] e outros), foi destacado no primeiro capítulo a falta de relacionamento direto entre aluno e professor, as propostas auto-suficientes, a massificação e elitização da educação, a individualização do aluno, o uso incorreto das tecnologias disponíveis e a alta taxa de abandono.

Dentre esses problemas levantados, a alta taxa de abandono foi uma das justificativas para este trabalho, que pretende criar um mecanismo que diminua uma das causas do abandono nas propostas de EAD, que é a falta de estímulos durante o processo de aprendizagem.

No segundo capítulo deste trabalho foram apresentados os recursos tecnológicos historicamente disponíveis para a EAD, dando-se especial atenção à *Internet* como novo veículo capaz de redefinir a EAD como proposta de educação de alta qualidade. Verificou-se que os recursos tecnológicos disponíveis pela *Internet* estão tornando realidade, ou alavancando, velhas pretensões da EAD.

Como a proposta deste trabalho é facilitar a disponibilidade de uma maior interatividade do aluno com páginas *Web* através de animações, no terceiro capítulo foram levantadas algumas tecnologias de animação disponíveis para *Web*. Das tecnologias levantadas verifica-se que os *Applets Java* se tornam uma boa opção, contando com sua portabilidade, robustez e segurança. Outro fator apontado, no terceiro capítulo, em favor da utilização de *Applets Java* são os excelentes trabalhos educacionais realizados utilizando-se applets ([Fendt, 1998], [SMSUSA] e outros).

No quinto capítulo foi apresentado um teste, aplicado sobre duas turmas de eletrônica do Instituto Monitor, mostrando a melhora na assimilação de um determinado conteúdo quando se recorreu a utilização de animações interativas com o uso de *applets*. Também foi mostrado como se pode obter um dos *applets* utilizados no teste através do sistema proposto.

7.1 – Avaliação e Contribuições

Como proposta de trabalho, foi modelado um sistema para geração de *Applets Java* para animação de páginas *HTML* destinadas à EAD. No quarto capítulo foi então realizada a modelagem do sistema através da linguagem UML voltada para o paradigma de orientação a objeto. A modelagem mostrou que o

sistema, embora complexo, é possível seguindo-se a linha de programação voltada a objeto.

A construção de *applets* torna uma página voltada à educação muito mais atrativa, principalmente devido à interatividade disponibilizada, tornando mais fácil o acesso ao conteúdo de um curso a distância. O problema com os *applets* reside na complexidade para sua obtenção, necessitando de um profissional com fortes conhecimentos de programação em Java. A contribuição deste trabalho está na modelagem de um sistema que possibilite à pessoa que estiver preparando um curso a distância criar as suas próprias animações, com uso de *applets*, sem necessitar de um profissional especializado para esse fim. Como contribuição também é apresentado no quinto capítulo um teste que demonstra a viabilidade do uso de *applets* na construção de páginas *HTML* interativas com consecutiva melhora na assimilação de um determinado conteúdo.

7.2 – Trabalhos futuros

Fica como trabalho futuro a implementação do sistema proposto, que pode ser realizada em qualquer linguagem que siga o paradigma de programação voltada a objetos, como é o caso de *C++*, *Java*, *VisualBasic* e outras linguagens.

Fica também como trabalho futuro a melhoria do sistema proposto, com a incorporação de novos recursos ao Editor de *frames* e uma redefinição deste, para que possa trabalhar com gráficos de forma vetorial, melhorando portanto a sua definição.

Outro trabalho a ser realizado seria a incorporação do sistema gerador de *applets* aos ambientes de autoria de cursos para EAD, tornando mais fácil o trabalho dos profissionais com a tarefa de criar os cursos.

Referências Bibliográficas

[Alves, 1994] Alves, João Roberto Moreira. *A Educação a Distância no Brasil: Síntese Histórica e Perspectivas*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Avançadas em Educação, 1994.

[Alves, 1998] Alves, João Roberto Moreira. *Educação a Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem*. Artigo do programa Novas Tecnologias na Educação de 01 de fevereiro de 1998. Engenheiro 2001. Fundação Vanzolini, FINEP, Ministério da Ciência e Tecnologia.

[Authier, 1998] Authier, Michel. *Le bel avenir du parent pauvre*. Apprendre à distance. Le Monde de L'Éducation, de la Culture et de la Formation – Hors-série – France, septembre, 1998.

[AulaNet] AulaNet. <http://asgard.les.inf.puc-rio.br/aulanet2/> [Consulta 30/06/2002]

[Booch et al., 1998] Booch, Grady; Rumbaugh, James; Jacobson, Ivar. *The Unified Modeling User Guide*. Object Technology Series. Addison-Wesley, 1998.

[Bosnardo, 2001] Bosnardo, Raquel Cristina. *Um Sistema de Video-conferência para Educação a Distância Baseado em Padrões Abertos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 2001.

[Carvalho, 2001] Carvalho, José Oscar Fontanini de. *Soluções Tecnológicas para Viabilizar o Acesso do Deficiente Visual à Educação a Distância no Ensino Superior*. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 2001.

CDLP – The California Distance Learning Project. *What is Distance Learning?* California State University Institute. Sacramento County Office of Education. <http://www.otan.dni.us/cdlp/distance/home.html> [Consulta 30/06/2002]

[Cerceanu, 1998] Cerceanu, Alexandra Dutra e. *Formação a Distância de Recursos Humanos para Informática Educativa*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 1998

[Chaves, 1999] Chaves, Eduardo O. C.. *A Tecnologia e os Paradigmas na Educação: o Paradigma Letrado entre o Paradigma Oral e o Paradigma Audiovisual*. In Barzotto, V.H. e Ghilardi, M. I. (Orgs.), *Mídia Educação e Leitura*. São Paulo, Editora Anhembi Morumbi e Associação de Leitura do Brasil, p. 193-214, 1999. ISBN 85-87370-03-0

[Coíçaud, 2001] Coíçaud, Silvia. *A Colaboração Institucional na Educação a Distância*. Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa / organizado por Edith Litwin. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[Computing, 1999] K. Computing. *Getting Started with Java 3D™ API*, 1999.
<http://sun.com/desktop/java3d/collateral> [Consulta: 30/06/2002]

[Consuelo, 1996] Consuelo, Tereza Fernandez Gonçalves. *Quem tem Medo do Ensino a Distância*. Ibase – Instituto Brasileiro de Análise Sociais e Econômicas. Revista Educação à Distância, n. 7-8, 1996

[Cortelazzo, 1997] Cortelazzo, Iolanda B. C. *O Ambiente Escolar e a Utilização de Tecnologias de EAD*. Revista Tecnologia Educacional, v.25 (138) setembro/outubro, 1997.

[Crespo et al., 1999] Crespo Sérgio; Lucena, Marisa; Portella, Adriana. *Estúdio@Web: Um Sistema de Apoio à Prática Educacional Baseado na Web*. Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, vol.1 (721-724) julho, 1999.

[Cruz & Barcia, 2000] Cruz, Dulce Márcia & Barcia, Ricardo Miranda. *Educação a Distância por Videoconferência*. Revista Tecnologia Educacional, v.29 (150/151) julho/dezembro, 2000.

[Del Mestre & Paldao, 1978] Del Mestre, E. & Paldao, C.. *Análise y Perspectivas de Educación a Distancia*. Chil, Educación de Adultos, Revista OEA, 56, 1978.

[Dizeró et al., 1998] Dizeró, Wagner José; Vicentin, Verison José; Kirner, Cláudio. *Professor Virtual: A Realidade como Suporte ao Ensino de Informática a Distância*. Anais do XVIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, vol I (454-464) agosto, 1998.

[EDUCNet] Educação a Distância, “Educação a Distância (EAD) – Conceituação”. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
<http://www.cciencia.ufrrj.br/educnet/EDUEAD.htm> [Consulta: 30/06/2002]

[Fagundes, 1996] Fagundes, Lea da Cruz. *Educação a Distância (EAD) e as Novas Tecnologias*. Revista Tecnologia Educacional, v.25 (132/133) setembro/outubro/novembro/dezembro, 1996.

[Fendt, 1998] – Fendt, Walter – *Java Applets on Physics*.
<http://sol.ea.rbs.schule.ulm.de/sol/datatech/progspra/java/beispiel/fendt/physengl/phusengl.htm>
[Consulta: 30/06/2002]

[Ferreira & Moulin, 2000] Ferreira, Antônio José; Moulin, Nelly. *Novas Tecnologias na Mediação do Ensino à Distância: Caminhos para a Individualização ou para a Massificação?* Revista Tecnologia Educacional, v.29 (150/151) julho/dezembro, 2000.

[Hara & Kling, 1999] Hara, N.; Kling, R. *Student's Frustrations with a Web-based Distance Education Course: A Taboo Topic in the Discourse*. Indiana: Center for Social Informatics – Indiana University. (Indiana University. CSI Working paper WP 99-01-C1)

http://www.slis.indiana.edu/CSI/wp99_01.html [Consulta: 30/06/2002]

[Harasim et al., 1996] Harasim, S. R.; Teles, L.; Turoff, M. *Learning Networks: A Field guide to Teaching and Learning Online*. Cambridge: MIT Press. 329p, 1996.

[Holmberg, 1989] Holmberg, Börje. *Theory and Practice of Distance Education*. Routledge – ISBN 0-415-00996-0 – New York, 1989.

[Jaworski, 1999] Jaworski, J.. *Java 2 Platform Unleashed*. Sams, 1999.

[Keegan, 1993] Keegan, Desmond (Edited by). *Theoretical Principles of Distance Education*. Routledge Studies in Distance Education. New York, 1993.

[Lawhead et al., 1997] Lawhead, Pamela B.; Alpert, Elizabeth; Bland, Constance G.; Carswell, Linda; Cizmar, Dawn; Dewitt, Jean; Dumitru, Mihaela; Fahraeus, Eva R.; Scott, Kirk. *The Web and Distance Learning: What is Appropriate and What is Not*. Report of the ITiCSE'97 Working Group on the Web and Distance Learning, 1997.

[LDB] Leis de Diretrizes e Bases. Art. 80 da Lei n. 9.394/96 (20/12/96). <http://www.mec.gov.br/home/legislacao/> [Consulta: 30/06/2002]

[LearningSpace] LearningSpace. <http://www.lotus.com/home.nsf/tabs/learnspace> [Consulta: 30/06/2002]

[Litwin, 2001] Litwin, Edith. *Das Tradições à Virtualidade*. Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa / organizado por Edith Litwin. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[Lucena, 1996] Lucena, Marisa. *Trabalho Cooperativo e o Correio Eletrônico*. Tecnologia Educacional. V.24 (128) janeiro/fevereiro, 1996.

[Lucena & Salvador, 1999] Lucena, Marisa & Salvador, Vera. *Learn@Web: Um Ambiente Integrado para Aprendizagem Cooperativa*. Anais do XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, (743-758) julho, 1999.

[Luckesi, 1989] Luckesi, Cipriano C.. *Democratização da Educação: Ensino à Distância como Alternativa*. Revista Tecnologia Educacional. V.18, n. 89/90/91, julho/dezembro 1989.

[MACROMEDIA] <http://www.macromedia.com/> [Consulta: 30/06/2002]

[Manson & Kaye, 1989] Manson, Robin & Kaye (edited by), Anthony. *Mindweave: Communication, Computers and Distance Education*. Pergamon Press, 1989.

[Mansur, 2001] Mansur, Anahí. *A Gestão na Educação a Distância: Novas Propostas, Novas Questões*. Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa / organizado por Edith Litwin. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[MEC, 2000] Ministério da Educação – Secretaria de Educação a Distância. *Indicadores de Qualidade para Cursos de Graduação à Distância*. Revista Tecnologia Educacional, v.29 (149) abril/maio/junho, 2000.

[Mercer & Estepa, 2001] Mercer, Neil; Estepa, Francisco Gonzáles. *A Educação a Distância, o Conhecimento Compartilhado e a Criação de uma Comunidade de Discurso Internacional*. Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa / organizado por Edith Litwin. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[Moore, 1990] Moore, Michel G. *Contemporary Issues in American Distance Education*. Pergamon Press, 1990.

[Moore & Kearsley, 1996] Moore, Michel G.; Kearsley, Greg. *Distance Education: A System View*. Belmont: Wadsworth Publishing Company (290), 1996.

[Neider et al., 1996] Neider, Jackie et al. *OpenGL Programming Guide*. Addison-Wesley Publishing Company, 1996.

[Neto, 1995] Neto, Francisco José da Silveira Lobo. *Educação à Distância sem Distanciamento da Educação*. Revista Tecnologia Educacional, v.22 (123/124) março/junho, 1995.

[Neto, 1997] Neto, Francisco José da Silveira Lobo. *Educação a Distância na LDB/96*. Revista Tecnologia Educacional, v.25 (138) setembro/outubro, 1997.

[Neto, 1998] Neto, Francisco José da Silveira Lobo. *Educação a Distância: Regulamentação, Condições de Êxito e Perspectivas*. Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense, 1998. <http://www.intelect.net> [Consulta 30/06/2002]

[Nunes, 1992] Nunes, Ivônio Barros. *Noções de Educação à Distância*, 1992
<http://www.intelecto.net/ead/ivonio1.html> [Consulta 30/06/2002]

[Oeiras, 1998] Oeiras, Janne Yukiko Yoshikawa. *ACEL: Ambiente Computacional Auxiliar ao Ensino/Aprendizagem a Distância de Línguas*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 1998.

[Ong, 1998] Ong, Walter. *Oralidade e cultura escrita*. Campinas: Papirus, 1998.

[Pereira & Esteves, 2000] Pereira, Hernane B. de B.; Esteves, José. *Considerações Éticas sobre Educação Contínua a Distância Baseada no Uso das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação*. Revista Tecnologia Educacional, v.29 (149) abril/maio/junho, 2000.

[Pimentel, 1998] Pimentel, Nara Maria. *Primeira e Segunda Geração em Educação a Distância: Material Impresso, Vídeo e Teleconferência*. Material do Curso de Capacitação a Distância: Introdução a Educação a Distância. Laboratório de Ensino a Distância. Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

[Prates & Loyolla] Prates, Maurício & Loyolla, Waldomiro. *Educação à Distância Mediada por Computador (EDMC) – Projeto Pedagógico para Cursos de Pós Graduação*. Revista da Educação, Campinas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v.3, n 7, ps. 44-51, novembro, 1999.

[Raposo et al.] Raposo, A. B.; Cruz, A. B. da; Bicho, A. L.; Kojima, A. K.; Santos, C. A. M. dos; Silva, I. C. F.; Magalhães, L. P.; Andrade P. C. P. de – *Software Livre para Computação Gráfica e Animação por Computador*. SIBGRAP'2000. Gramado. Outubro, 2000.

[Roig, 1997] Roig, Hebe. *Uma Análise Comunicacional da Televisão na Escola*. Tecnologia Educacional: Política, Histórias e Propostas. Editora Artes Médicas, 1997.

[Romani, 2000] Romani, Luciana Alvim Santos. *InterMap: Ferramenta para Visualização da Interação em Ambientes de Educação a Distância na WEB*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 2000.

[Santos, 1997] Santos, Gilberto Lacerda. *Formação Continuada e à Distância via rede de computadores: Solução Viável para a Atualização Científico-Tecnológica de Professores das Instituições Federais de Formação Tecnológica*. Revista Tecnologia Educacional, v.25 (134/135) janeiro/fevereiro/março/abril, 1997.

[Silva, 2001] Silva, Isla Carla Felix da.. *Desenvolvimento de um Ambiente para Criação de Animações de Cenas VRML para WEB*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 2001.

[Siveira, 2000] Siveira, Ricardo Azambuja. *Modelagem Orientada a Agentes Aplicada a Ambientes Inteligentes Distribuídos de Ensino – JADE – Java Agent for Distance Learning Environments*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, 2000.

[SMSUSA] School of Mathematics and Statistics. University of St. Andrews, Scotland.

<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/history/Java/index.html>

[Consulta 30/06/2002]

[Soletic, 2001] Soletic, Angeles. *A Produção de Materiais Escritos nos Programas de Educação a Distância: Problemas e Desafios*. Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa / organizado por Edith Litwin. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

[Struchiner et al., 1998] Struchiner, Miriam; Rezende, Flavia; Ricciardi, Regina M.V. e Carvalho, Maria A. Pesanha de. *Elementos Fundamentais para o Desenvolvimento de ambientes Construtivos de Aprendizagem a Distância*. Revista Tecnologia Educacional, v.26 (142) julho/agosto/setembro, 1998.

[Tamiosso, 1998] Tamiosso, F. S.. *Desenvolvimento de um Ambiente para Construção de Animações Interativas: Combinando VRML e Java*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 1998.

[TelEduc] TelEduc. <http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/>

[Consulta: 30/06/2002]

[Tessarollo, 2000] Tessarollo, Márcia Renata Matero. *Ambiente de Autoria de Cursos a Distância (AutorWeb)*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 2000.

[WEB] Web 3D Consortium. <http://www.web3d.org>
[Consulta: 30/06/2002]

[WebCT] Web Course Tool – WebCT. <http://www.webct.com>
[Consulta: 30/06/2002]

Apêndice A

Exemplo de código fonte do *Applet* Força de Lorentz que pode ser obtido através do sistema proposto. (Código fornecido por Walter Fendt)

```
// Java-Applet: Lorentzkraft
// Kompilierung mit JDK 1.1.7
// Walter Fendt
// 30.05.1998 - 22.02.2002

import java.applet.*;
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;

public class Lorentzkraft extends Applet {

    Graphics g1, g2;
    Image offscreen;
    int width, height;
    final Color bgColor = Color.yellow;           // Hintergrundfarbe
    final Color pColor = Color.green;             // Farbe für Panel
    final Color iColor = Color.red;              // Farbe für Strom
    final Color bColor = Color.blue;            // Farbe für Magnetfeld
    final Color black = Color.black;
    final Color lightRed = new Color(255,128,0);
    Font fontH;
    Panel p;
    Button bOn, bDirC, bDirM;
    Checkbox cbC, cbM, cbL;
    final int u0 = 340, v0 = 230;                // Ursprung (Bildschirmkoordinaten)
    final double theta = 15.0*Math.PI/180;       // Winkel gegenüber x-y-Ebene
    final double phi = 30.0*Math.PI/180;         // Winkel gegenüber x-Achse
    double a1, a2, b1, b2, b3;                 // Vektoren für Projektion
    Polygon p1, p2;                             // Untere und obere Magnethälfte
    final double mx = 40;                       // Abmessungen des Magneten
    final double my1 = 160, my2 = 200;
    final double mz1 = 56, mz2 = 80;
    final double lx = 64, ly = 64, lz = 128;    // Abmessungen des Leiters
    Point pM1, pM2, pM3, pM4;                  // Punkte des Magneten
    Point pL1, pL2, pL3, pL4;                  // Punkte der Leiterschaukel
    Point pL5, pL6, pL7, pL8, pL9, pL10;       // Punkte der Anschlußdrühte
    Point pL11, pL12, pL13, pL14;
    Point pA1, pA2;                             // Punkte der Aufhängung
    boolean on;                                 // Flag für Strom
    int dirC;                                   // Stromrichtung (-1,+1)
    int dirM;                                   // Magnetfeldrichtung (+1,-1)
    boolean arrC;                               // Flag für Strompfeile
    boolean arrM;                               // Flag für magnetische Feldlinien
    boolean arrL;                               // Flag für Lorentzkraft
    double alpha;                              // Auslenkung (Bogenmaß)

    String lang;                                // Sprache (Parameter aus HTML-Code)
    String[] text;

    String[] german = {
        "Ein / Aus", "Umpolen", "Magnet umdrehen",
        "Stromrichtung", "Magnetfeld", "Lorentzkraft",
        "" W. Fendt 1998", ""};

    String[] english = {
```

```

        "On / Off", "Reverse current", "Turn magnet",
        "Current direction", "Magnetic field", "Lorentz force",
        "" W. Fendt 1998", ""};

String[] french = {
    "On / Off", "Inversion du courant", "Inversion du champ",
    "Sens du courant", "Champ magnetique", "Force de Laplace",
    "" W. Fendt 1998", "" Y. Weiss 1998"};

String[] spanish = {
    "Conectar / Desconectar", "Invertir Corriente", "Invertir Imñn",
    "Corriente", "Campo Magnetico", "Fuerza de Lorentz",
    "" W. Fendt 1998", "" J. Muñoz 1999"};

String[] danish = {
    "Tend / Sluk", "Vend strømretning", "Vend magnet",
    "Strømretning", "Magnetfelt", "Lorentzkraft",
    "" W. Fendt 1998", "" ORBIT 1999"};

String[] portuguese = {
    "Ligar / Desligar", "Corrente reversível", "Mudança de imf",
    "Direção da corrente", "Campo magnético", "Força de Lorentz",
    "" W. Fendt 1998", "" CEPA 2000"};

String[] dutch = {
    "Aan / Uit", "Ompolen stroom", "Magneet draaien",
    "Stroomrichting", "Magnetisch veld", "Lorentzkracht",
    "" W. Fendt 1998", "" T. Koops 2000"};

// Komponente zum Panel hinzufügen (untereinander):
// comp .... Komponente
// color ... Hintergrundfarbe
// y ..... Zeile
// top ..... Abstand zur darüberliegenden Komponente

void addComponent (Component comp, Color color, int y, int top) {
    GridBagConstraints c = new GridBagConstraints();
    c.gridx = 0; c.gridy = y; c.gridwidth = 1; c.gridheight = 1;
    c.fill = GridBagConstraints.HORIZONTAL; c.anchor = GridBagConstraints.CENTER;
    c.weightx = 1; c.weighty = 1;
    c.insets = new Insets(top,10,0,10);
    ((GridBagLayout)p.getLayout()).setConstraints(comp,c);
    comp.setFont(fontH); comp.setBackground(color);
    p.add(comp);
}

// Bildschirmkoordinaten (orthogonale Parallelprojektion):
// x,y,z ... Räumliche Koordinaten des Punktes

int screenU (double x, double y) {
    return u0+(int) (a1*x+a2*y+0.5);
}

int screenV (double x, double y, double z) {
    return v0+(int) (b1*x+b2*y+b3*z+0.5);
}

Point screenCoords (double x, double y, double z) {
    Point p = new Point(0,0);
    p.x = screenU(x,y); p.y = screenV(x,y,z);
    return p;
}

// Hinzufügen eines Punktes zu einem Polygon:
// p ..... Polygon
// x,y,z ... Räumliche Koordinaten des Punktes

void addPoint (Polygon p, double x, double y, double z) {
    int u, v;
    Point point = screenCoords(x,y,z);
    p.addPoint(point.x,point.y);
}

```

```

    }

// Initialisierung:

public void init() {
    Point pt0;
    double lambda;
    int dl = 240;
    width = getSize().width; height = getSize().height;
    g1 = getGraphics();
    offscreen = createImage(width,height); g2 = offscreen.getGraphics();
    fontH = new Font("Helvetica",Font.BOLD,12);
    setLayout(new BorderLayout());
    offscreen = createImage(width,height); g2 = offscreen.getGraphics();
    a1 = Math.sin(phi); a2 = -Math.cos(phi); // Koeffizienten für Parallelprojektion
    b1 = -Math.sin(theta)*Math.cos(phi);
    b2 = -Math.sin(theta)*Math.sin(phi);
    b3 = -Math.cos(theta);
    p1 = new Polygon(); // Untere Hälfte des Hufeisenmagneten
    addPoint(p1,-mx,my2,0); addPoint(p1,-mx,my2,-mz2);
    addPoint(p1,-mx,0,-mz2); addPoint(p1,mx,0,-mz2);
    addPoint(p1,mx,0,-mz1); addPoint(p1,mx,my1,-mz1);
    addPoint(p1,mx,my1,0); addPoint(p1,-mx,my1,0);
    addPoint(p1,-mx,my2,0);
    pM1 = screenCoords(-mx,my1,-mz1);
    pM2 = screenCoords(-mx,0,-mz1);
    p2 = new Polygon(); // Obere Hälfte des Hufeisenmagneten
    addPoint(p2,-mx,my2,0); addPoint(p2,-mx,my2,mz2);
    addPoint(p2,mx,my2,mz2); addPoint(p2,mx,0,mz2);
    addPoint(p2,mx,0,mz1); addPoint(p2,-mx,0,mz1);
    lambda = (double)(pM2.x-p1.xpoints[5])/(pM2.x-pM1.x);
    pt0 = screenCoords(-mx,lambda*my1,mz1); p2.addPoint(pt0.x,pt0.y);
    addPoint(p2,mx,my1,0); addPoint(p2,-mx,my1,0);
    addPoint(p2,-mx,my2,0);
    pM3 = screenCoords(-mx,my1,mz1);
    pM4 = screenCoords(-mx,0,mz2);
    pL1 = screenCoords(-lx,ly,lz); pL2 = new Point(0,0);
    pL3 = new Point(0,0); pL4 = screenCoords(lx,ly,lz);
    pL5 = screenCoords(-lx,ly,lz+20);
    pL6 = screenCoords(-lx,ly+dl,lz+20); pL7 = screenCoords(-lx,ly+dl,-mz2+80);
    pL8 = screenCoords(-lx,ly+dl,-mz2+40); pL9 = screenCoords(-lx,ly+dl,-mz2);
    pL10 = screenCoords(-30,ly+dl,-mz2); pL11 = screenCoords(30,ly+dl,-mz2);
    pL12 = screenCoords(lx,ly+dl,-mz2); pL13 = screenCoords(lx,ly+dl,lz+20);
    pL14 = screenCoords(lx,ly,lz+20);
    pA1 = screenCoords(-lx-30,ly,lz); pA2 = screenCoords(lx+30,ly,lz);
}

// Start des Applets:

public void start () {
    text = german;
    lang = getParameter("language");
    if (lang == null) lang = "German";
    if (lang.equals("English")) text = english;
    else if (lang.equals("French")) text = french;
    else if (lang.equals("Spanish")) text = spanish;
    else if (lang.equals("Danish")) text = danish;
    else if (lang.equals("Portuguese")) text = portuguese;
    else if (lang.equals("Dutch")) text = dutch;
    on = false; dirC = dirM = 1;
    arrC = arrM = arrL = true;
    setBackground(bgColor);
    p = new Panel(); p.setBackground(pColor);
    p.setLayout(new GridBagLayout());
    bOn = new Button(text[0]);
    bOn.addActionListener(new BOnListener());
    addComponent(bOn,Color.orange,0,20);
    bDirC = new Button(text[1]);
    bDirC.addActionListener(new BDirCListener());
    addComponent(bDirC,Color.red,1,10);
    bDirM = new Button(text[2]);

```

```

bDirM.addActionListener(new BDirMListener());
addComponent(bDirM,Color.cyan,2,10);
CBListener cbl = new CBListener();
cbC = new Checkbox(text[3]);
cbC.setState(arrC); cbC.setForeground(iColor);
cbC.addItemListener(cbl);
addComponent(cbC,pColor,3,20);
cbM = new Checkbox(text[4]);
cbM.setState(arrM); cbM.setForeground(bColor);
cbM.addItemListener(cbl);
addComponent(cbM,pColor,4,0);
cbL = new Checkbox(text[5]);
cbL.setState(arrL); cbL.setForeground(black);
cbL.addItemListener(cbl);
addComponent(cbL,pColor,5,0);
addComponent(new Label(text[6]),pColor,6,20);
addComponent(new Label(text[7]),pColor,7,0);
add("East",p);
}

// Anhalten des Applets:

public void stop () {
    removeAll();
}

// Linie mit dreifacher Dicke:
// (u0,v0), (u1,v1) ... Endpunkte (Bildschirmkoordinaten)

void thickLine (Graphics g, int u0, int v0, int u1, int v1) {
    g.drawLine(u0,v0,u1,v1);
    if (Math.abs(u1-u0) > Math.abs(v1-v0)) {
        g.drawLine(u0,v0-1,u1,v1-1); g.drawLine(u0,v0+1,u1,v1+1);
    }
    else {g.drawLine(u0-1,v0,u1-1,v1); g.drawLine(u0+1,v0,u1+1,v1);}
}

void thickLine (Graphics g, Point p0, Point p1) {
    thickLine(g,p0.x,p0.y,p1.x,p1.y);
}

// Pfeilspitze (dreifache Dicke):
// (u0,v0) ... Anfangspunkt (Bildschirmkoordinaten)
// (u1,v1) ..... Endpunkt (Bildschirmkoordinaten)

void thickArr (Graphics g, int u0, int v0, int u1, int v1) {
    double w, dw = 0.2, r = 10;
    int uArrow, vArrow;
    w = Math.atan2(v1-v0,u0-u1);
    uArrow = (int) (u1+r*Math.cos(w+dw)+0.5); vArrow = (int) (v1-r*Math.sin(w+dw)+0.5);
    thickLine(g,u1,v1,uArrow,vArrow);
    uArrow = (int) (u1+r*Math.cos(w-dw)+0.5); vArrow = (int) (v1-r*Math.sin(w-dw)+0.5);
    thickLine(g,u1,v1,uArrow,vArrow);
}

void thickArr (Graphics g, Point p0, Point p1, double lambda) {
    int u, v;
    u = (int) (p0.x+lambda*(p1.x-p0.x)+0.5);
    v = (int) (p0.y+lambda*(p1.y-p0.y)+0.5);
    thickArr(g,p0.x,p0.y,u,v);
}

// Pfeil (dreifache Dicke):
// (u0,v0) ... Anfangspunkt (Bildschirmkoordinaten)
// (u1,v1) ..... Endpunkt (Bildschirmkoordinaten)

void thickArrow (Graphics g, int u0, int v0, int u1, int v1) {
    thickLine(g,u0,v0,u1,v1); thickArr(g,u0,v0,u1,v1);
}

// Kleiner Kreis mit doppelter Dicke:

```

```

// m ... Mittelpunkt (Bildschirmkoordinaten)

void thickCircle (Graphics g, Point m) {
    g.setColor(bgColor); g.fillOval(m.x-3,m.y-3,6,6);
    g.setColor(on ? iColor : black);
    g.drawOval(m.x-3,m.y-3,6,6); g.drawOval(m.x-4,m.y-4,8,8);
}

// Hufeisenmagnet (unterer / oberer Teil):

void magnetLow (Graphics g) {
    g.setColor(dirM==1 ? Color.green : lightRed);
    g.fillPolygon(p1);
    g.setColor(black); g.drawPolygon(p1);
    g.drawLine(pM1.x,pM1.y,p1.xpoints[7],p1.ypoints[7]);
    g.drawLine(pM1.x,pM1.y,p1.xpoints[5],p1.ypoints[5]);
    g.drawLine(pM1.x,pM1.y,pM2.x,pM2.y);
    g.drawLine(pM2.x,pM2.y,p1.xpoints[2],p1.ypoints[2]);
    g.drawLine(pM2.x,pM2.y,p1.xpoints[4],p1.ypoints[4]);
}

void magnetHigh (Graphics g) {
    g.setColor(dirM==1 ? lightRed : Color.green);
    g.fillPolygon(p2);
    g.setColor(black); g.drawPolygon(p2);
    g.drawLine(pM3.x,pM3.y,p2.xpoints[8],p2.ypoints[8]);
    g.drawLine(pM3.x,pM3.y,p2.xpoints[5],p2.ypoints[5]);
    g.drawLine(p2.xpoints[1],p2.ypoints[1],pM4.x,pM4.y);
    g.drawLine(pM4.x,pM4.y,p2.xpoints[5],p2.ypoints[5]);
    g.drawLine(pM4.x,pM4.y,p2.xpoints[3],p2.ypoints[3]);
}

// Leiterschaukel (vorderer / hinterer Teil):

void conductorFG (Graphics g) {
    double y, z;
    y = ly-lz*Math.sin(alpha); z = lz*(1-Math.cos(alpha));
    pL2.x = screenU(-lx,y); pL2.y = screenV(-lx,y,z);
    g.setColor(on ? iColor : black);
    thickLine(g,pL1,pL2);
}

void conductorBG (Graphics g) {
    double y, z;
    y = ly-lz*Math.sin(alpha); z = lz*(1-Math.cos(alpha));
    pL2.x = screenU(-lx,y); pL2.y = screenV(-lx,y,z);
    pL3.x = screenU(lx,y); pL3.y = screenV(lx,y,z);
    g.setColor(on ? iColor: black);
    thickLine(g,pL2,pL3); thickLine(g,pL3,pL4);
}

// Anschlu?dr?hte, Stromquelle, Schalter, Aufh?ngung:

void wires (Graphics g) {
    double lambda;
    g.setColor(on ? iColor : black);
    thickLine(g,pL1,pL5); thickLine(g,pL5,pL6);
    thickLine(g,pL6,pL7); thickLine(g,pL8,pL9); thickLine(g,pL9,pL10);
    thickLine(g,pL11,pL12); thickLine(g,pL12,pL13); thickLine(g,pL13,pL14);
    thickLine(g,pL14,pL4);
    if (on) thickLine(g,pL8.x,pL8.y,pL7.x-5,pL7.y-10); // Schalter
    else thickLine(g,pL8.x,pL8.y,pL7.x-20,pL7.y-6);
    thickCircle(g,pL7); thickCircle(g,pL8);
    thickCircle(g,pL10); thickCircle(g,pL11); // Stromquelle
    g.setColor(Color.red); // Pluszeichen
    if (dirC > 0) {
        thickLine(g,pL11.x-4,pL11.y+14,pL11.x+4,pL11.y+14);
        thickLine(g,pL11.x,pL11.y+10,pL11.x,pL11.y+18);
    }
    else {
        thickLine(g,pL10.x-4,pL10.y+14,pL10.x+4,pL10.y+14);
    }
}

```

```

        thickLine(g,pL10.x,pL10.y+10,pL10.x,pL10.y+18);
    }
    g.setColor(Color.blue); // Minuszeichen
    if (dirC > 0)
        thickLine(g,pL10.x-4,pL10.y+14,pL10.x+4,pL10.y+14);
    else
        thickLine(g,pL11.x-4,pL11.y+14,pL11.x+4,pL11.y+14);
    g.setColor(black); thickLine(g,pA1,pA2); // Aufh?ngung
    g.setColor(on ? iColor : black);
    if (!on || !arrC) return;
    lambda = (dirM > 0 ? 0.85 : 0.95);
    if (dirC > 0) {
        thickArr(g,pL5,pL6,0.5); thickArr(g,pL6,pL7,0.5);
        thickArr(g,pL12,pL13,0.5); thickArr(g,pL13,pL14,0.5);
        thickArr(g,pL3,pL2,lambda);
    }
    else {
        thickArr(g,pL6,pL5,0.5); thickArr(g,pL7,pL6,0.5);
        thickArr(g,pL13,pL12,0.5); thickArr(g,pL14,pL13,0.5);
        thickArr(g,pL2,pL3,lambda);
    }
}

// Feldlinie:

void fieldLine (Graphics g, double y) {
    Point p0, p1;
    p0 = screenCoords(0,y,mz1); p1 = screenCoords(0,y,-mz1);
    g.setColor(bgColor); thickLine(g,p0,p1);
    if (dirM > 0) {thickArr(g,p0,p1,0.35); thickArr(g,p0,p1,0.85);}
    else {thickArr(g,p1,p0,0.25); thickArr(g,p1,p0,0.75);}
}

// Kraftpfeil:

void forceArrow (Graphics g) {
    double y, z;
    y = ly-lz*Math.sin(alpha); z = lz*(1-Math.cos(alpha));
    int u0, v0, u1, v1, lArrow = -dirC*dirM*50;
    u0 = screenU(0,y); v0 = screenV(0,y,z);
    u1 = screenU(0,y+lArrow); v1 = screenV(0,y+lArrow,z);
    g.setColor(black); thickArrow(g,u0,v0,u1,v1);
}

// Grafik:
// Gegenseitige Verdeckung!

public void paint (Graphics g) {
    double y, dy = 24;
    alpha = (on ? 15*dirC*dirM*Math.PI/180 : 0); // Auslenkung
    g.setColor(bgColor); g.fillRect(0,0,width,height); // Hintergrund
    magnetLow(g); // Magnet, untere H?lfte
    if (arrM) { // Feldlinien, hinten
        for (y=ly+2*dy;y>ly-2.5*dy;y-=dy) {
            if (y < ly-lz*Math.sin(alpha)) continue;
            fieldLine(g,y);
        }
    }
    conductorBG(g); // Leiterschaukel, hinten
    if (arrM) { // Feldlinien, vorne
        for (y=ly+2*dy;y>ly-2.5*dy;y-=dy) {
            if (y >= ly-lz*Math.sin(alpha)) continue;
            fieldLine(g,y);
        }
    }
    magnetHigh(g); // Magnet, obere H?lfte
    if (arrL && alpha < 0) forceArrow(g); // Kraftpfeil nach links
    conductorFG(g); // Leiterschaukel, vorne
    if (arrL && alpha > 0) forceArrow(g); // Kraftpfeil nach rechts
    wires(g); // Unbewegte Teile
}

```

```

// Neu zeichnen:

void redraw () {
    paint(g2); gl.drawImage(offscreen,0,0,this);
}

// -----

// Innere Klasse BOnListener:

class BOnListener implements ActionListener {

    public void actionPerformed (ActionEvent e) {
        on = !on; redraw();
    }

}

// Innere Klasse BDirCListener:

class BDirCListener implements ActionListener {

    public void actionPerformed (ActionEvent e) {
        dirC = -dirC; redraw();
    }

}

// Innere Klasse BDirMListener:

class BDirMListener implements ActionListener {

    public void actionPerformed (ActionEvent e) {
        dirM = -dirM; redraw();
    }

}

// Innere Klasse CListener:

class CListener implements ItemListener {

    public void itemStateChanged (ItemEvent e) {
        Checkbox cb = (Checkbox)e.getItemSelectable();
        if (cb.equals(cbC)) arrC = !arrC;
        else if (cb.equals(cbM)) arrM = !arrM;
        else if (cb.equals(cbL)) arrL = !arrL;
        redraw();
    }

}
}

```

Apêndice B

Notação UML

B.1 – Classes e Objetos

Uma classe em UML é representada de acordo com a Fig.B.1(a) e um objeto é representado de forma similar a uma classe, exceto que o seu nome é sublinhado com um traço conforme mostrado na Fig.B.1(b).

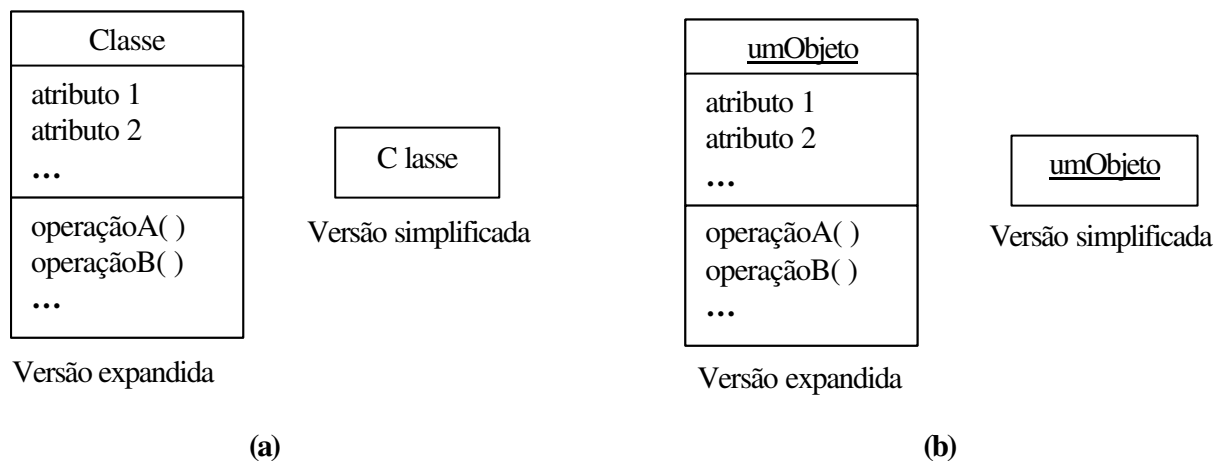


Fig.B.1 – Classes e Objetos em UML

B.1.1 – Visibilidade, estereótipos e static

A Fig.B.2 mostra conceitos avançados envolvendo classes, como por exemplo, visibilidade de atributos e operações: privada, protegida e pública. Pode-se organizar melhor os atributos e operações de uma classe nomeando cada grupo relacionado com uma categoria descritiva através da construção de estereótipos em UML (*stereotypes*: <<...>>). A Fig.B.2 mostra a representação de dois métodos construtores da classe (*Classe()* e *Classe(p:Tipo)*), e também um método de inspeção (*operação4()*).

Os atributos que não são sublinhados são válidos para o escopo de instâncias da classe (isto é, cada instância tem o seu valor para um determinado atributo) enquanto que os atributos sublinhados são válidos para o escopo da classe (isto é, um mesmo valor de atributo é compartilhado por todas as instâncias de uma mesma classe).

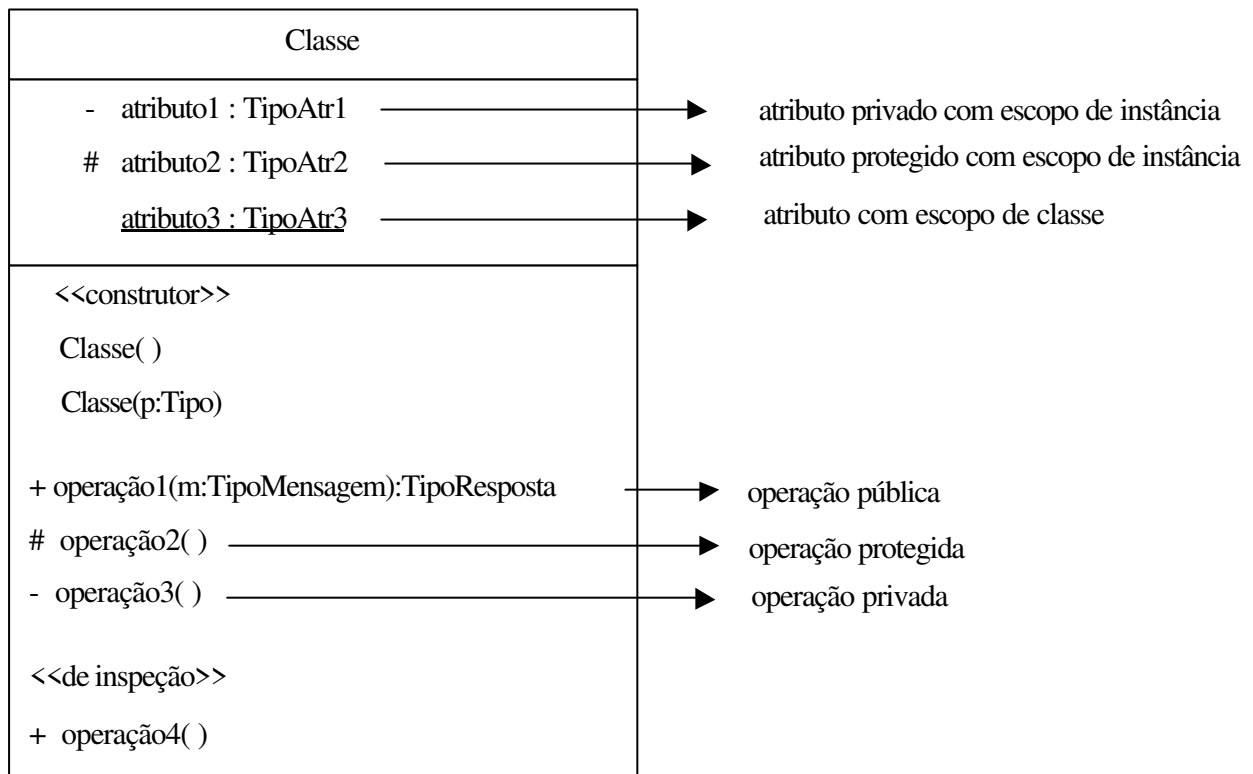


Fig.B.2 – Conceitos avançados de classes

B.2 – Relacionamentos

B.2.1 – Herança simples e múltipla

Os relacionamentos de herança simples e múltipla são mostrados nas Figuras Fig.B.3 e Fig.B.4, respectivamente.

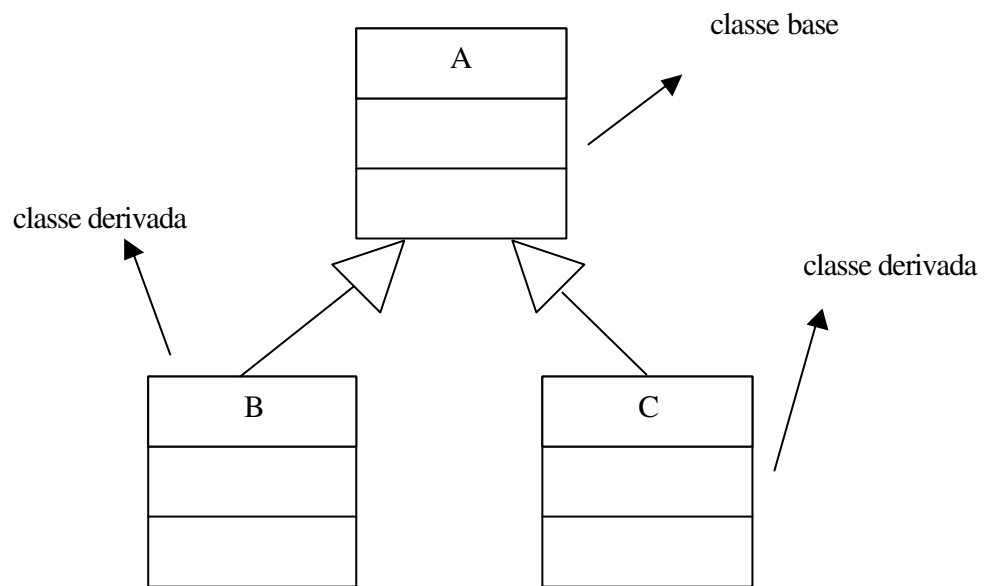


Fig.B.3 – Herança simples em UML

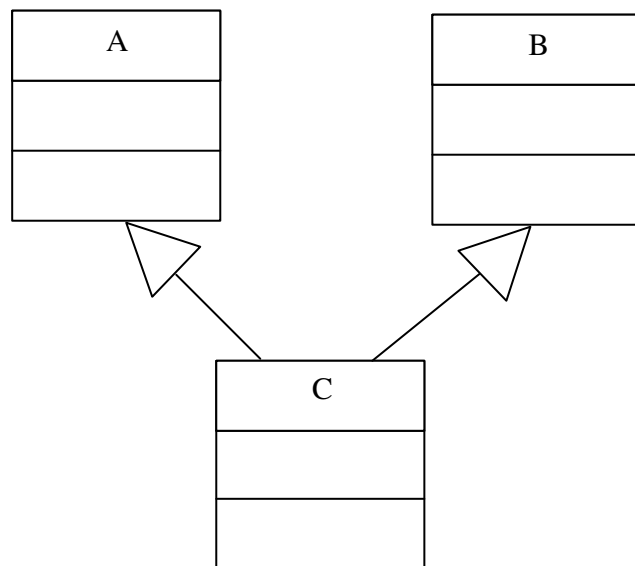


Fig.B.4 – Herança múltipla em UML

B.2.2 – Agregação

Os relacionamentos de agregação e composição em UML são mostrados na Fig.B.5. Uma agregação (Fig.B.5(a)) modela um relacionamento “whole/part”, no sentido de que um elemento maior (o todo) consiste de elementos menores (as partes). Agregação é um tipo especial de associação. Existe uma variação de agregação – a composição – que adiciona outras semânticas importantes à agregação simples. A composição (Fig.B.5(b)) é uma forma de agregação, com uma posse forte do todo e com tempos de vida coincidentes entre as partes do todo. Uma vez que o agregado foi criado, o todo e as partes “vivem” e “morrem” juntos. As partes podem ser também removidas explicitamente antes da morte do todo.

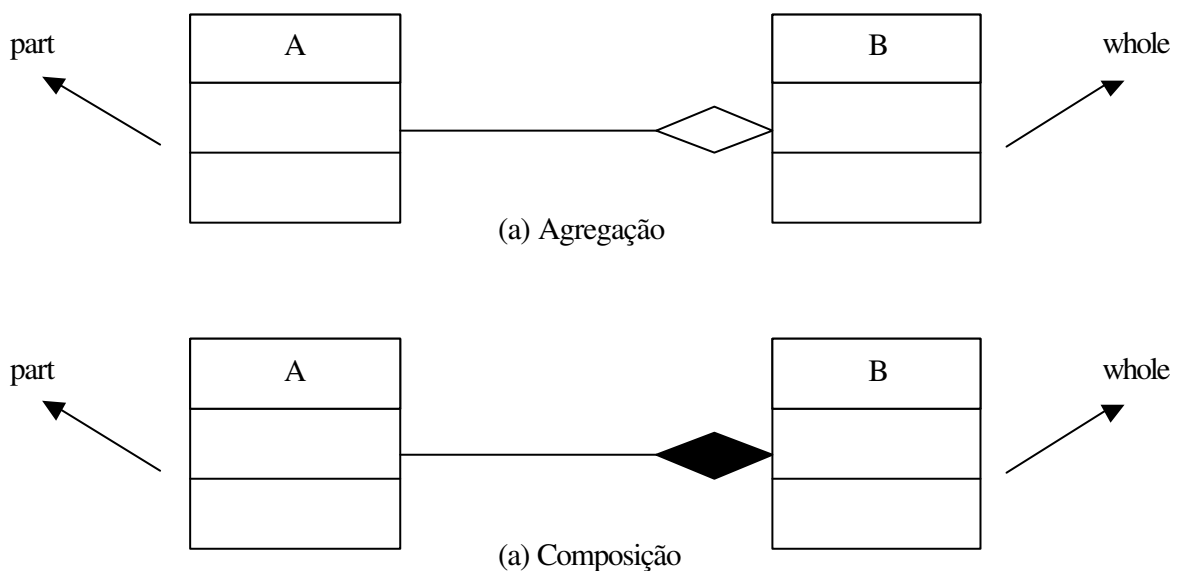


Fig.B.5 – Agregação e Composição em UML

B.2.3 – Associação

O relacionamento de associação entre duas classes é mostrado na Fig.B.6. A multiplicidade de um relacionamento é mostrada na Fig.B.7. Para a

melhoria da clareza de um diagrama de classes, associações entre dois objetos podem ser nomeadas Fig.B.8.

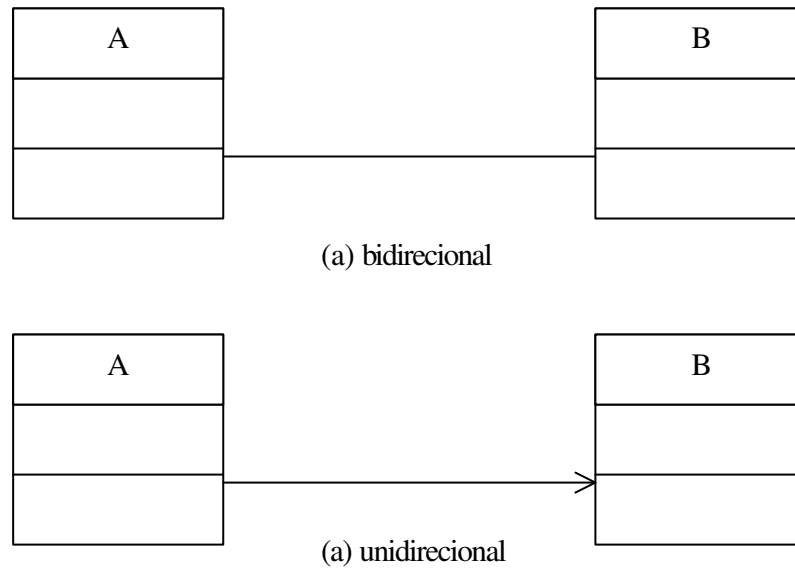
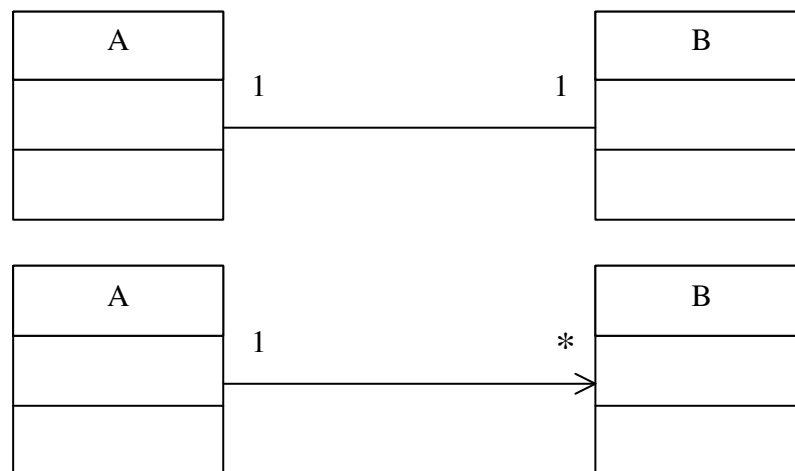


Fig.B.6 – Associações em UML



LEGENDA:

- 1** um e somente um
- *** qualquer número a partir de zero até infinito
- 0..1** zero ou um
- n..m** qualquer número no intervalo entre n e m, inclusive
- 1..*** qualquer número positivo

Fig.B.7 – Multiplicidade em UML

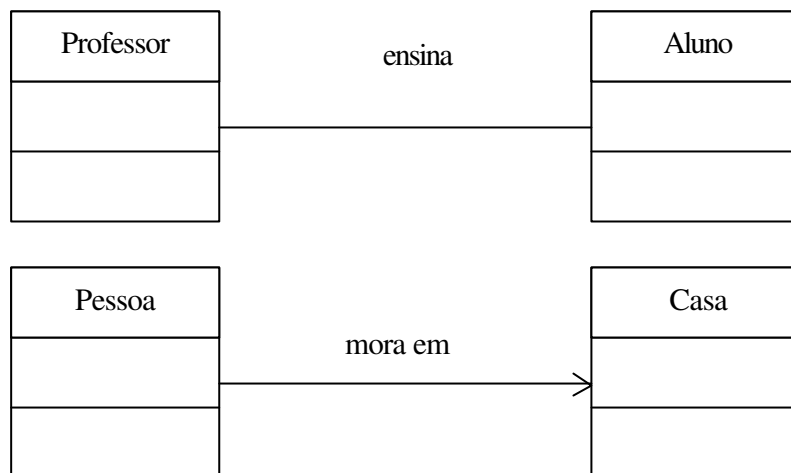


Fig.B.8 – Nomeações em UML

B.2.4 – Dependência

Um relacionamento de dependência é representado de acordo com a Fig.B.9. Uma dependência é um relacionamento do tipo “using” que estabelece que uma mudança na especificação de um elemento (por exemplo, a classe B) pode afetar outro elemento que o usa (por exemplo, a classe A), mas não necessariamente o contrário é verdade. Graficamente uma dependência é representada por uma linha pontilhada cuja seta aponta para o elemento do qual se depende. No caso da Fig.B.9, tem-se representado no modelo que a classe A depende de B, isto é, se a classe B sofrer mudanças isso poderá afetar a classe A. O relacionamento de dependência é usado quando se quer mostrar que um elemento usa outro, ou seja, A “usa” B.

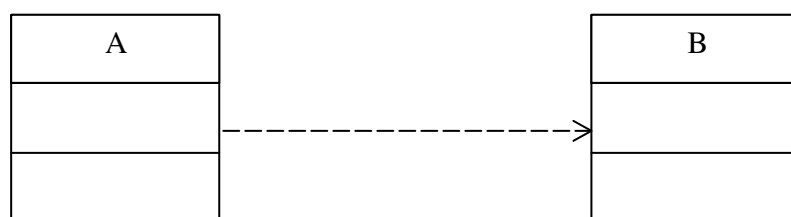


Fig.B.9 – Relacionamento de dependência em UML

B.2.5 – Instanciação

Em UML, o relacionamento de instanciação é interpretado como sendo um relacionamento de dependência entre objetos e classes nos diagramas de classes. O estereótipo `<<instanceOf>>` especifica que o objeto é uma instância da classe.

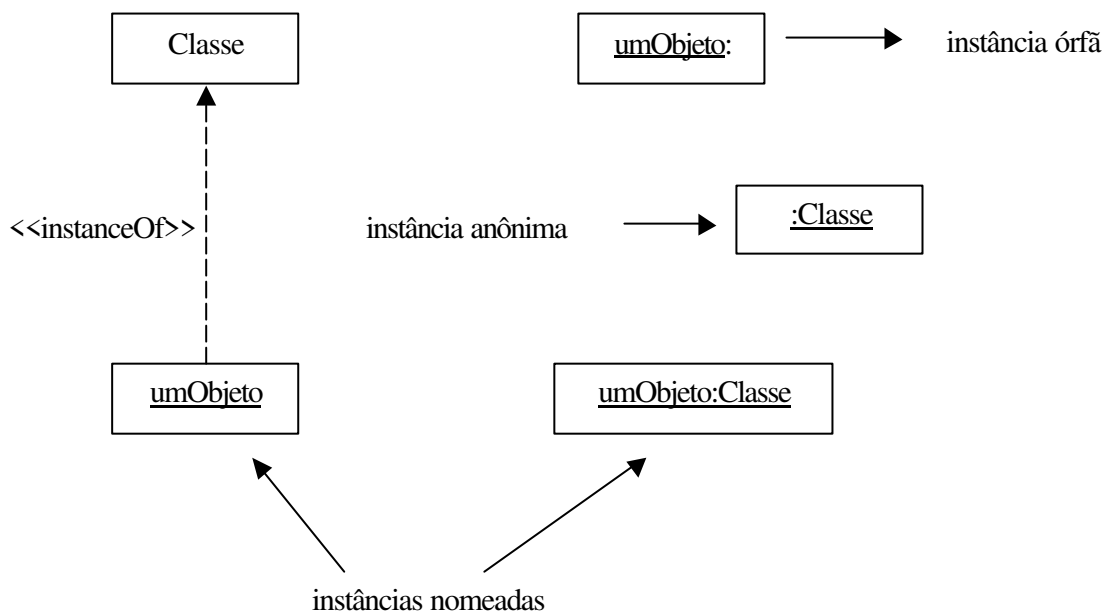


Fig.B.10 – Instanciação de objetos em UML

B.2.6 – Relacionamento Friend

O estereótipo `<<friend>>` é um relacionamento de dependência (Fig.B.11) que especifica que o elemento fonte (no caso do exemplo, a classe ContaCorrente) permite visibilidade dos seus atributos privados para a classe alvo (no caso do exemplo, a classe EstadoDaConta). O estereótipo `<<friend>>`

modela a noção de *friends* encontrada em C++. A dependência `<<friend>>` mostra que a classe *EstadoDaConta* usa a classe *ContaCorrente*. Além disso, a classe *ContaCorrente* não sabe nada sobre a classe *EstadoDaConta*.

O fragmento de código em C++ correspondente à Fig.B.11 pode ser representado da seguinte forma:

```
class ContaCorrente
{
    friend class EstadoDaConta;

    private:
        int saldoCorrente;

    public:
        int debitar(int quantia);
        void creditar(int quantia);
}

class EstadoDaConta
{
    ...
}
```

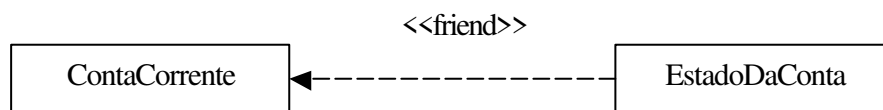


Fig.B.11 – Relacionamento Friend

B.3 – Classes e Objetos, Concreta, Raiz, Folha e Elementos Polimórficos.

Classes abstratas e concretas bem como os seus elementos polimórficos são exemplificados na Fig.B.12. Em UML, uma classe é abstrata se o seu nome

está escrito em *itálico*. Por exemplo, como a Fig.B.12 mostra, as classes A, B e C são todas abstratas, isto é, nenhuma delas pode ter instâncias diretas. Em contraste, as classes D, E e F são concretas, isto é, elas podem ter instâncias diretas criadas a partir delas.

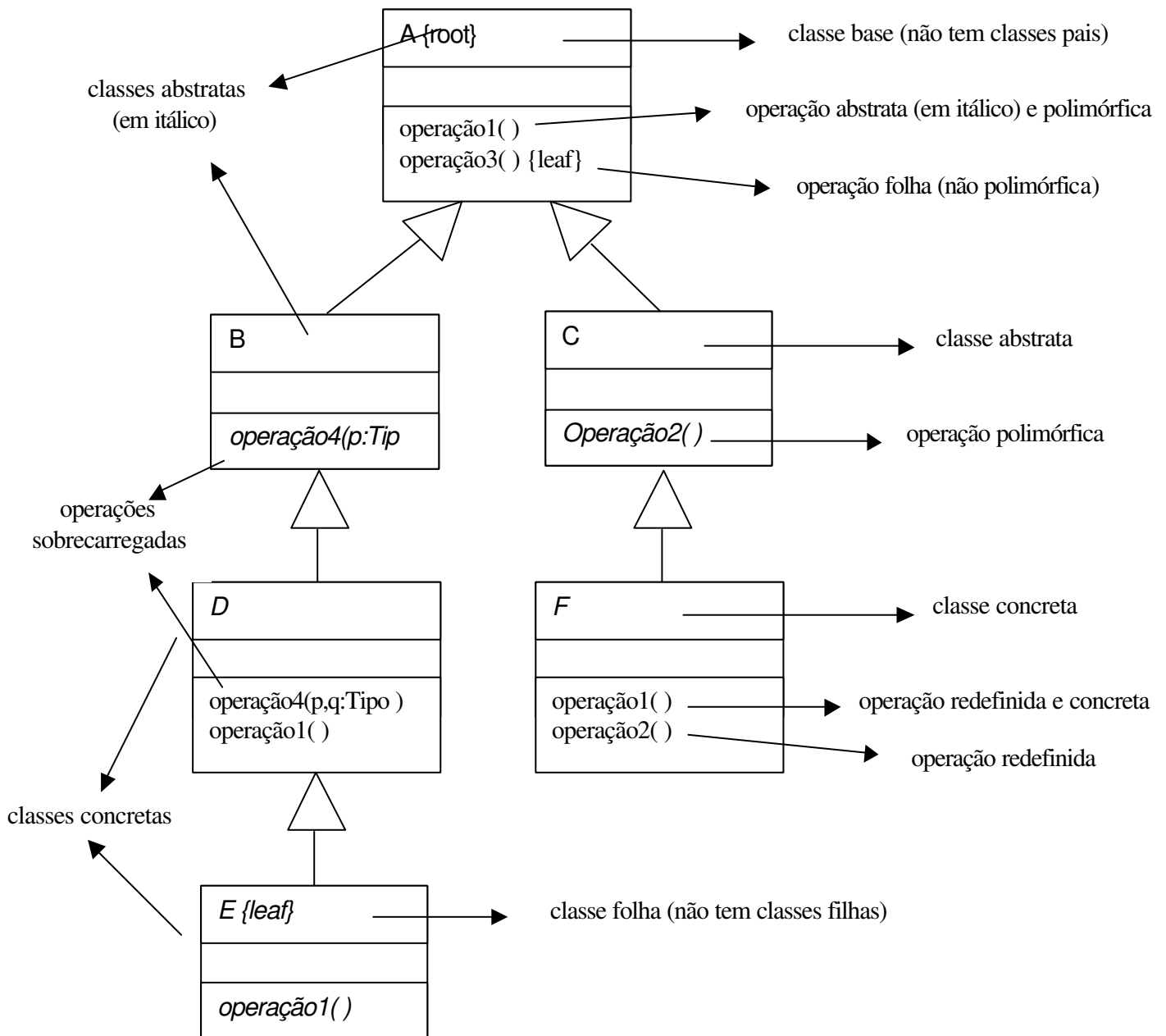


Fig.B.12 – Exemplo de hierarquia de classes

Normalmente em UML quando uma classe é criada, considera-se que ela possa herdar de outras classes mais gerais e que tenha classes derivadas que herdem seu comportamento. Entretanto, pode-se especificar em UML uma classe que não tenha classes filhas, escrevendo a propriedade *leaf* embaixo do nome da classe. Uma classe folha não tem classes derivadas. De forma análoga, podemos especificar uma classe raiz, isto é, que não tem nenhum pai, escrevendo a propriedade *root* embaixo do nome da classe. Uma classe raiz não é derivada de nenhuma outra classe do sistema, e indica o começo de um hierarquia de classes.

Operações pode ter propriedades similares a das classes. Tipicamente em UML uma operação, por *default*, é polimórfica, significando que se pode especificar operações com a mesma assinatura em diversos pontos da hierarquia de classes (isto é, polimorfismo de inclusão). Nesse caso, quando uma mensagem é enviada em tempo de execução, a operação que é invocada na hierarquia é escolhida polimorficamente – isto é, a operação escolhida depende do tipo do objeto que recebeu a mensagem. Por exemplo, no exemplo da Fig.B.12, *operação1()* e *operação2()* são operações polimórficas. Além disso, a operação *A::operação1()* é abstrata. Em UML, pode-se especificar uma operação abstrata escrevendo o seu nome em itálico. Em contraste, *A::operação3()* é uma operação folha, significando que a operação não é polimórfica e não pode ser redefinida em nenhum lugar da hierarquia.

B.4 – Classes Templates

Um *template* é um elemento paramétrico. Por exemplo, o fragmento de código a seguir em C++ declara uma classe paramétrica Pilha, conforme representado na Fig.B.13.

```

template<class Item>
class Pilha
{
    private:
        Item* p;
        int maxLen;
        int top;

    public:
        void empilha(Item c) {...}
        Item desempilha( ) {...}
        boolean vazia( ) {...}
        boolean cheia( ) {...}
}

...
Pilha<integer> PilhaInteiro;
Pilha<char> PilhaCaracter;

```

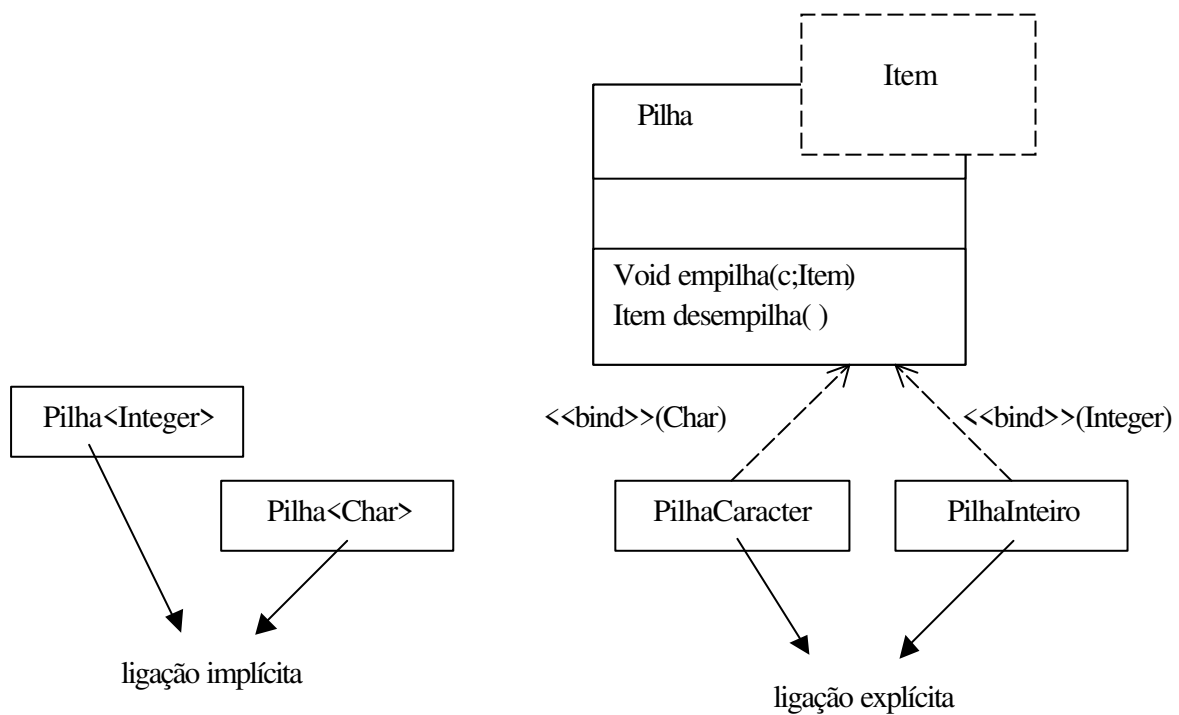


Fig.B.13 – Polimorfismo paramétrico

O estereótipo `<<bind>>` se aplica a um relacionamento de dependência, especificando que o *template* fonte (no caso, o *template* Pilha) instancia o *template* alvo usando os parâmetros dados.

B.5 – Interfaces e Realizações

Interfaces são parecidas com classes abstratas, mas uma classe abstrata pode ter atributos e uma interface não pode. Uma mesma interface pode ser realizada (ou concretizada) por várias classes (Fig.B.14). Um relacionamento de realização define um contrato especificado por um elemento cujo cumprimento o outro elemento deve garantir. Graficamente uma realização é representado por uma linha pontilhada com uma flecha grande e aberta apontada para o elemento que especifica o contrato. No caso da Fig.B.14, a interface Dicionário especifica um contrato cujas operações as classes ListaDicio1 e ArrayDicio são obrigadas a implementar.

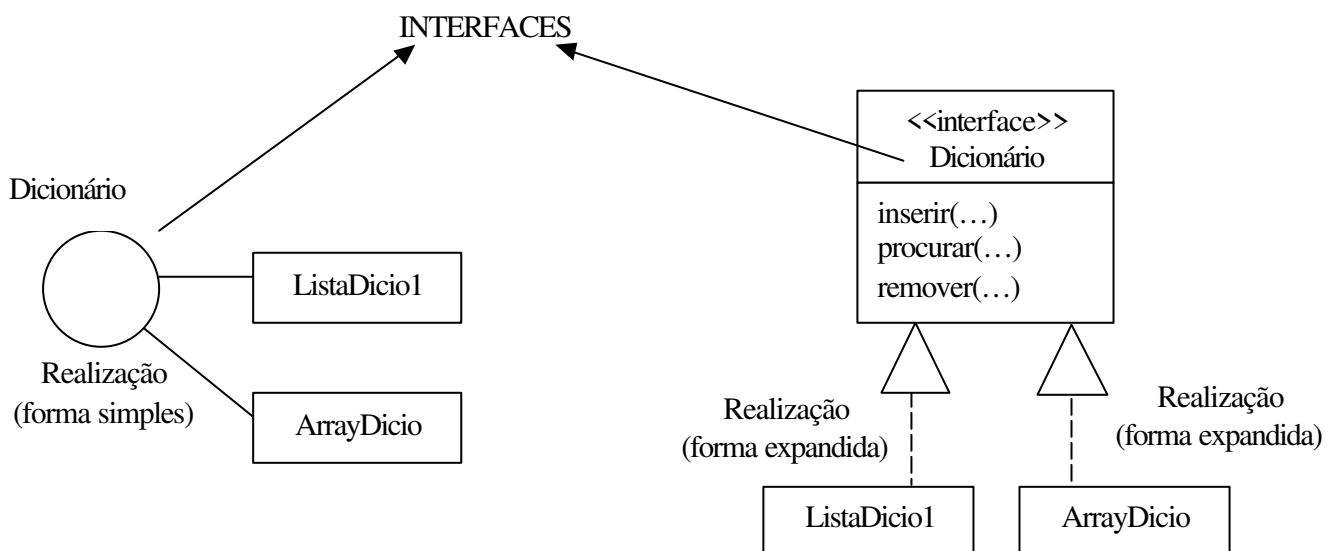


Fig.B.14 – Interface e Realizações

B.6 – Multiplicidade de uma Classe

O número de instâncias que uma classe pode ter é chamada de sua multiplicidade. As multiplicidades mais utilizadas são: (i) zero instâncias (classe abstrata), (ii) uma única instância (classe *singleton*), (iii) um número específico de instâncias, ou (iv) um número qualquer de instâncias (caso *default*). Em UML, pode-se especificar a multiplicidade de uma classe escrevendo uma expressão no canto superior direito da classe, conforme a Fig.B.15.

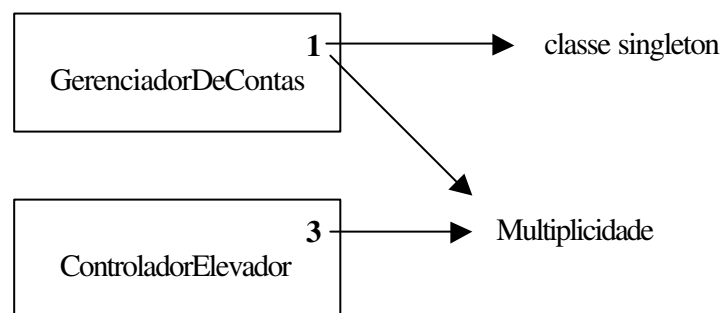


Fig.B.15 – Multiplicidade de Classes

B.7 – Metaclasses

Metaclasses são classes cujas instâncias representam classes. Em UML, metaclasses são representadas através do estereótipo `<<metaclass>>` (Fig.B.16), especificando uma classe (no caso do exemplo, MetaQuarto) cujos objetos são classes (classe Quarto).

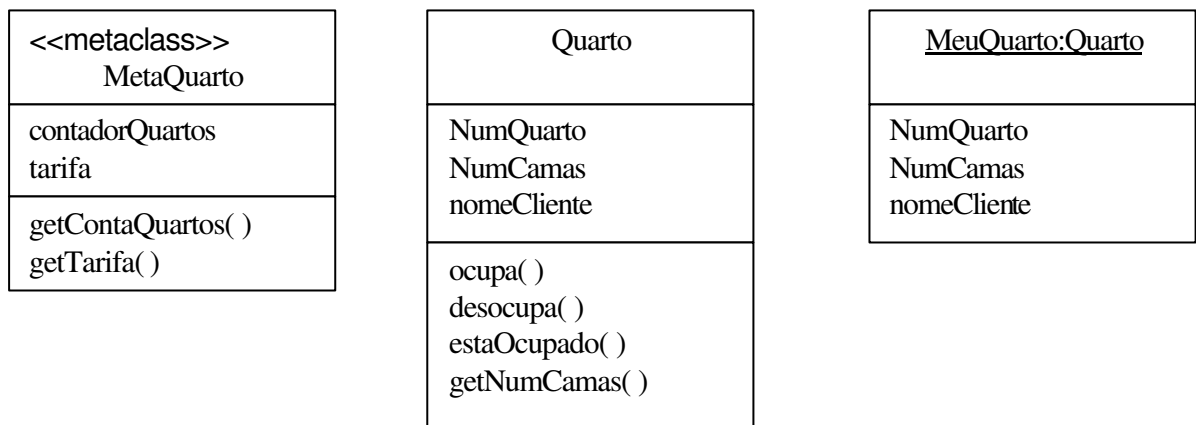


Fig.B.16 – Metaclasses

B.8 – Pacotes

Pacotes em UML são representados de acordo com a Fig.B.17

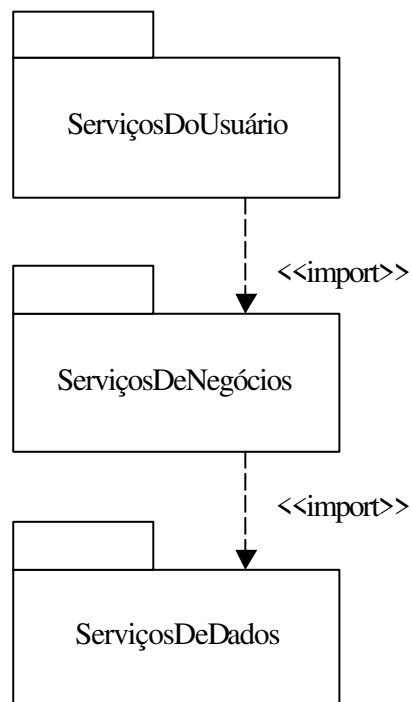


Fig.B.17 – Pacotes em UML

B.9 – Diagrama de Estados

Os diagramas de estados em UML são representados de acordo com a Fig.B.18

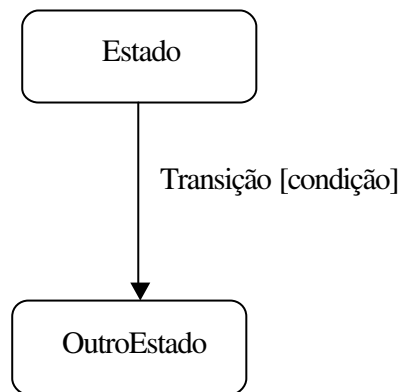


Fig.B.18 – Pacotes em UML

B.10 – Diagrama de Colaboração

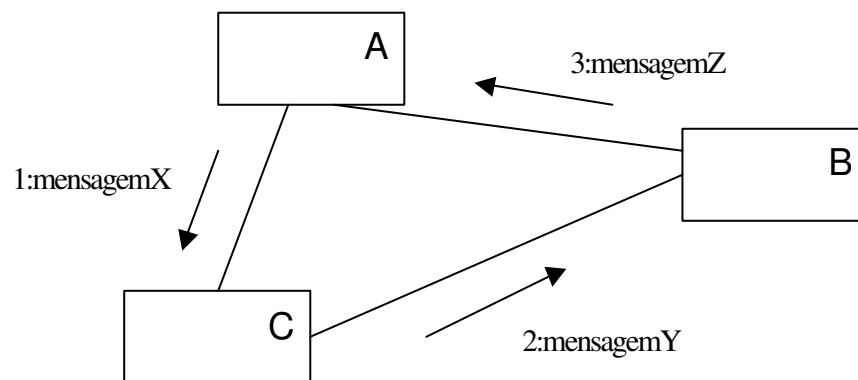


Fig.B.19 – Diagrama de Colaboração em UML

B.10 – Diagrama de Sequência

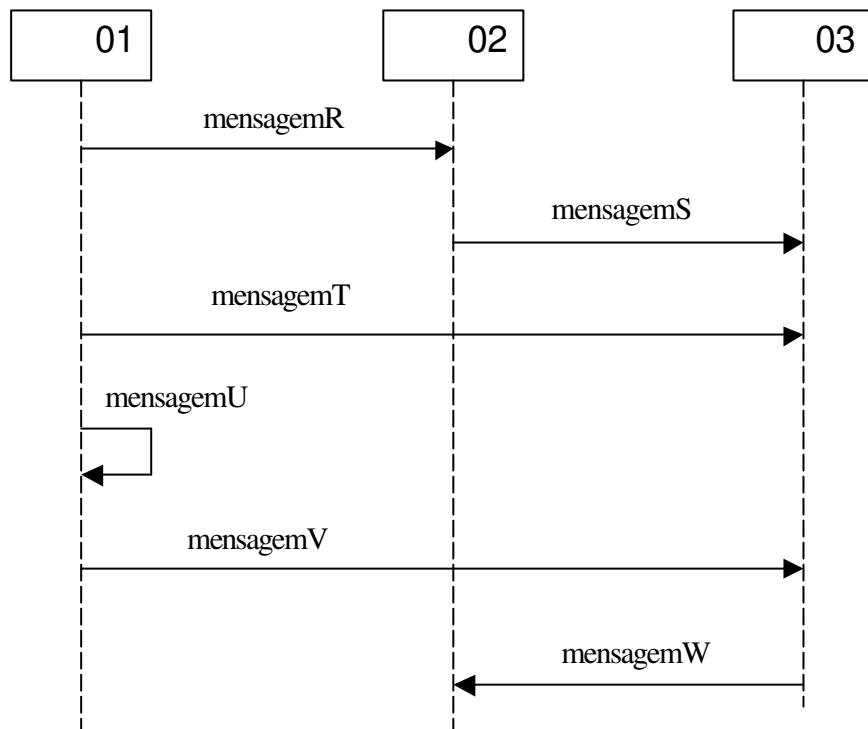


Fig.B.20 – Diagrama de Sequência em UML