

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP

Daniel Couto Gatti

Ensino de Programação: A modelagem como
estratégia para ampliar a compreensão dos alunos

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

SÃO PAULO

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP

Daniel Couto Gatti

Ensino de Programação: A modelagem como
estratégia para ampliar a compreensão dos alunos

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Tese apresentada à Banca Examinadora
da Pontifícia Universidade Católica de
São Paulo, como exigência parcial para
obtenção do título de **Doutor em
Educação Matemática** sob a orientação
do *Professor Doutor José Armando
Valente*

SÃO PAULO

2009

Banca Examinadora

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Tese por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____ **Local e Data:** _____

À minha Família

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor José Armando Valente, pelas orientações e conversar que colaboram para conclusão deste trabalho.

À minha querida orientador-amiga Professora Doutora Janete Bolite Frant, por tudo o que me ensinou e pela persistência em acreditar em mim.

Aos Professores, Doutora Celina Abar, Doutora Maria Elizabeth Almeida e Doutor Klaus Schlünzen Junior, participantes da banca de qualificação pelos direcionamentos dados ao trabalho.

Aos Professores, Doutora Celina Abar, Doutora Maria Elizabeth Almeida, Doutora Vani Kenski e Doutor Paulino Ng, participantes da banca examinadora, pelas contribuições feitas ao trabalho.

Aos professores Custódio Thomaz Kerry Martins e Ítalo Santiago Vega por toda a colaboração direta para o desenvolvimento desta tese.

Aos professores Maurício Nacib Pontuschka, Fernando de Castro Giorno, Júlio Arakaki, Ubiratan D'Anbrósio, Donizetti Louro e Sergio Basbaum por todas as palavras de incentivo e apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

À Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, pela oportunidade a mim conferida para realizar esta etapa essencial à minha formação acadêmica.

À minha Família, minha esposa Tangryani pela paciência e incentivo, ao meu filho João Pedro pela visão do futuro.

À Família Gatti, por todo o incentivo e cobrança.

Resumo

Este trabalho investiga as possibilidades de melhorar a compreensão de programação dos alunos de cursos de Ciência da Computação, utilizando como estratégia a modelagem de software. Nesta direção, a verificação da situação corrente e das possibilidades de inovação, dos conteúdos e das práticas didático-pedagógicas, no interior da disciplina laboratório de programação, determinam os vetores desta pesquisa. A metodologia empregada utiliza os conceitos do *design-based research* tais como propostos por Wang e Hannafin (2005) considerando a pragmática, fundamentação do mundo real, interatividade, iteratividade e flexibilidade, integração e contexto. Os resultados sugerem que o trabalho de modelagem em laboratórios de programação, durante as primeiras disciplinas do curso, aumenta a percepção dos alunos com relação aos elementos essenciais, tais como a análise, concepção, codificação e testes.

Palavras Chave: Modelagem, Programação, Colaboração

Abstract

This work investigates possibilities to improve the understanding of students in programming courses in Computer Science, using the strategy of modeling software. In this way, the verification of this work and the possibilities for innovation, content and practice teaching, discipline within the laboratory of programming, determines the vectors of this research. The methodology employed uses the concepts of design-based research such as proposed by Wang and Hannafin (2005) considering the pragmatic, reasons for the real world, interactivity, and iterativity, flexibility, integration and context. The results suggest that the work in modeling at laboratories of programming, during the first disciplines of the course, increases the perceptions of students with respect to key elements such as analysis, design, coding and testing.

Keywords: Modeling, Programming, Collaboration

Sumário

INTRODUÇÃO.....	11
TEMA	19
PROBLEMA	24
HIPÓTESE.....	28
OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO	29
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
a) <i>Ciclo 1 – de março 2008 a junho de 2008.....</i>	<i>32</i>
b) <i>Ciclo 2 – de agosto de 2008 a abril de 2009.....</i>	<i>33</i>
ESTRUTURA DA TESE	34
CAPÍTULO 1.....	37
A GRAMÁTICA BÁSICA SOBRE INFORMÁTICA, COMUNICAÇÃO EDUCATIVA, APRENDIZADO ELETRÔNICO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	37
1.1. <i>Educação, instituição escolar, formação humana e formas de conhecimento.....</i>	<i>38</i>
1.2. <i>Informática e cibercultura.....</i>	<i>48</i>
1.3. <i>Comunicação educativa, aprendizagem eletrônica e educação matemática.....</i>	<i>55</i>
CAPÍTULO 2.....	63
DIMENSÕES DO APRENDIZADO ELETRÔNICO: CONTEXTO HISTÓRICO E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM.....	63
2.1. <i>Contexto histórico.....</i>	<i>65</i>
2.1.1. <i>Recursos tecnológicos aplicados à educação.....</i>	<i>68</i>
2.1.2. <i>Histórico dos ambientes de aprendizagem.....</i>	<i>74</i>
2.2. <i>Os ambientes virtuais de aprendizagem.....</i>	<i>78</i>
2.3. <i>Origem, caracterização e funções mais comuns do Moodle.....</i>	<i>86</i>
CAPÍTULO 3.....	91
A SITUAÇÃO CORRENTE DA DISCIPLINA LABORATÓRIO DE PROGRAMAÇÃO.....	91
3.1. <i>Análise do conteúdo das disciplinas Laboratório de Programação 1 e 2.....</i>	<i>94</i>
3.2. <i>Linguagens de programação.....</i>	<i>99</i>
3.3. <i>Avaliação.....</i>	<i>100</i>
3.4. <i>Articulação com outras disciplinas.....</i>	<i>102</i>
3.5. <i>Ambiente de aprendizado eletrônico na pesquisa.....</i>	<i>104</i>
3.6. <i>Ciclo 1: Primeira intervenção.....</i>	<i>105</i>
CAPÍTULO 4.....	111
POSSIBILIDADES DE INOVAÇÃO: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E INTENSIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MOODLE	111
4.1 <i>Organização do código e boas práticas de programação.....</i>	<i>115</i>
4.2. <i>Abstração de entrada e de saída de dados.....</i>	<i>116</i>
4.3. <i>Forma de trabalho da disciplina.....</i>	<i>117</i>
4.4. <i>Avaliação e acompanhamento do estudante.....</i>	<i>118</i>
4.5 <i>Ambiente de aprendizado eletrônico na disciplina.....</i>	<i>120</i>
4.6 <i>Ciclo 2: segunda intervenção.....</i>	<i>121</i>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
REFERÊNCIAS.....	143

Introdução

Se podemos estar certos de alguma coisa a respeito do futuro é que a influência da tecnologia, especialmente da tecnologia digital, continuará a crescer e a modificar grandemente os modos como percebemos, pensamos e interagimos no mundo, os modos como aprendemos, nos expressamos e nos comunicamos. (SANTAELLA, 2005, p. 11).

Esta pesquisa está embasada na concepção de que o aluno deve conhecer o processo de desenvolvimento de um programa computacional, desde o primeiro ano do Curso de Ciência da Computação na disciplina de laboratório de programação.

Observamos, em nossa prática, que a maneira como a disciplina de Laboratório de Programação vem sendo trabalhada, contribui para o desinteresse dos alunos. Deste modo, este trabalho tem como objetivo geral a verificação da situação corrente e das possibilidades de inovação dos conteúdos e das práticas didático pedagógicas no interior da disciplina laboratório de programação.

A título de exemplo, é interessante lembrar-se de algumas manchetes que estamparam recentemente jornais brasileiros: “Desinteresse afasta mais estudante que pressão de trabalhar”. “Escola não motiva e perde alunos”. Estas duas manchetes estamparam a edição de sete de janeiro de 2007 do periódico “Folha de S. Paulo, respectivamente, na primeira página e também na página inicial do caderno “Cotidiano”. Nesta edição, noticiaram-se o resultado de estudo realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), sobre os principais motivos que levaram 16% dos brasileiros de 15 a 17 anos (1,7 milhão de jovens) a não frequentar a escola no ano de 2005. Sobre esse estudo, os jornalistas Antônio Gois e Luciana Constantino destacaram que:

[...] 1) três em cada quatro desses jovens (75%) não completaram o ensino fundamental, mas a maioria (68%) ao menos chegou até a 5ª série; 2) ter tido filho diminui a probabilidade de a jovem estudar. Entre as que frequentam a escola, apenas 1,6% é mãe, percentual que sobe para 28,8% entre as que estão fora; **3) mais do que a falta de vagas, de transporte ou mesmo a necessidade de trabalhar, é a falta de vontade de estudar que os empurra para fora do sistema de ensino. Essa razão foi identificada em 40,4% dos casos entre os que não estão em sala de aula.** A necessidade de trabalhar vem depois (17,1%). A primeira observação indica que o problema da evasão está concentrado entre a 5ª e a 8ª série do ensino fundamental. A segunda mostra que a fecundidade precoce tem impacto significativo na desistência de muitas meninas. **Já a terceira sugere que, se a escola não for atraente e fizer algum sentido ao jovem, ele vai abandoná-la mesmo que suas chances no mercado de trabalho sejam nulas ou pouco convidativas.** Prova disso é que, desse 1,7 milhão de jovens fora da escola, 43,4%, ou 740 mil, não trabalham nem sequer estão procurando emprego. **[grifos do pesquisador]** (GOIS; CONSTANTINO, 2007, p.1).

Desvendar as razões que levaram os alunos em referência ao desinteresse pela escola passaria, necessariamente, pelo exame de questões importantes que trariam tanto o exame das iniciativas do Estado, da Família, da Igreja, da Sociedade Civil como as experiências de vida, os processos subjetivos de formação, os valores morais dos indivíduos para o centro das atenções. Mas, apesar dessa reflexão constituir tarefa importante, não é ela que anima diretamente a presente investigação. Porém, a situação apontada, provoca o pesquisador à reflexão sobre a situação em que se encontra o ensino escolar brasileiro na atualidade, em todos os níveis, elementar, médio e superior, com ênfase nas suficiências e insuficiências do modelo pedagógico predominante.

De fato, em relação a essa situação presente, pode-se recuar no tempo, mais precisamente para o final da década de 1960, quando ocorre movimento social de espectro amplo que reunia diferentes intelectuais e estudantes pelo mundo no intuito de contestar tanto o modelo como a forma tomada pela escola no ocidente (CAMBI, 1999). Mas, a realidade educacional tem demonstrado que os efeitos dessa contestação pouco se fizeram sentir na educação escolar brasileira, o que se percebe, entre outras razões, pela dificuldade das instituições escolares em se tornarem ambientes de aprendizagem mais atrativos aos alunos, pelo caráter formalista conferido ao cumprimento dos currículos escolares, pela passividade dos alunos diante do conhecimento escolar e, sobretudo, pela enorme dificuldade de inovação no interior das escolas de todos os níveis de ensino. Nas palavras de Moran (2007, p. 8),

A cada ano, a sensação de incongruência, de distanciamento entre a educação desejada e real aumenta. A sociedade evolui mais do que a escola e, sem mudanças profundas, consistentes e constantes, não avançaremos rapidamente como nação. Não basta colocar os alunos na escola. **Temos que oferecer-lhes uma educação instigadora, estimulante, provocativa, dinâmica, ativa desde o começo e em todos os níveis de ensino.** Milhões de alunos estão submetidos a modelos engessados, padronizados,

repetitivos, monótonos, previsíveis, asfixiantes [**grifo do pesquisador**].

Nessa direção, Moran (2007) afirma que os currículos das escolas em todos os níveis de ensino devem ser ligados “à vida, ao cotidiano, fazer sentido, ser contextualizado” (p. 23). Parte-se da idéia de que o conhecimento não é algo apenas que se acumula e que lá permanece até ser necessária sua utilização. Ao contrário disso, a busca do conhecimento é animada pelo interesse, pelo sentido que adquire junto ao educador e ao educando e pela possibilidade de experimentação.

Behrens (2000), por seu turno, considera importante que o processo de superação do paradigma tradicional vigente na educação brasileira esteja vinculado à ideia de aprendizagem colaborativa, a qual tenha “como referência uma prática pedagógica num paradigma emergente” (p. 86), por meio de uma aliança de abordagens pedagógicas:

- a) O *ensino com pesquisa* pode provocar a superação de reprodução para a produção do conhecimento, com autonomia, espírito crítico e investigativo. Considera a pesquisa como princípio educativo, portanto o aluno e o professor tornam-se pesquisadores e produtores dos seus próprios conhecimentos.
- b) A *abordagem progressista* tem como pressuposto central a transformação social. Instigam o diálogo e a discussão coletiva como forças propulsoras de uma aprendizagem significativa e contempla os trabalhos coletivos, as parcerias e a participação crítica e reflexiva dos alunos e dos professores.
- c) A *visão holística ou sistêmica* busca a superação da fragmentação do conhecimento, o resgate do ser humano em sua totalidade, considerando o homem com suas inteligências múltiplas, levando à formação de um profissional humano, ético e sensível. (BEHRENS, 2000, p. 87)

Nessa linha de argumentação, Behrens (2000, p. 105-27) defende uma articulação entre o paradigma emergente e a aprendizagem colaborativa baseada em projetos, na qual, os professores universitários construam, individualmente ou coletivamente, projetos pedagógicos próprios, nos quais a colaboração entre os professores, os alunos e a utilização dos recursos materiais disponíveis, especialmente, dos computacionais sejam viabilizados.

Moran (2007), em concordância com Behrens, afirma que o foco do ensino do futuro deve estar na pesquisa e no desenvolvimento de projetos, pois o emprego de metodologias de ensino ativas parece ser uma das melhores saídas para a estagnação em que se encontra a escola brasileira em todos os níveis de ensino. Para o autor:

Essas metodologias [ativas] tiram o foco do “conteúdo que o professor quer ensinar”, permitindo que o aluno estabeleça um vínculo com a aprendizagem, baseado na ação-reflexão-ação. Os projetos podem estar centrados em cada área de conhecimento isoladamente (projetos dentro de cada disciplina) ou integrar áreas de conhecimento de forma mais ampla (projetos interdisciplinares) (MORAN, 2007, p. 33).

Ao lado dessa busca de construção de um novo paradigma para a educação escolar ao longo do século XX, intensificada desde a década de 1980 e avançando até a época atual, ocorreu um enorme desenvolvimento da computação que resultou no final do século XX na chamada revolução informática, com enorme impacto social e que ainda se faz presente na atualidade, com desdobramentos de difícil mensuração, mas que influencia e influenciará largamente a produção industrial e agrícola, o setor de serviços, bem como provoca alterações em todas as formas de mídia existentes, com a passagem, sobretudo, da forma de medir ou representar grandezas do analógico para o digital (GATTI, 2005, p. 38-45).

No campo da educação as possibilidades do aprendizado mediado por tecnologia, semipresencial ou totalmente à distância, inaugurado no século XX, com a disseminação em massa do rádio portátil (década de 1920), com continuidade na era da televisão (década de 1950), encontraram grande expansão, a partir da década de 1980, com a invenção e difusão do computador pessoal (*Personal Computer - PC*) e, na década seguinte, com a invenção, disponibilização e forte disseminação da Internet (*World Wide Web – WWW*), chegando atualmente ao *e-Learning*.

Outra dimensão importante e que é também um desdobramento dessas novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) é o estabelecimento de um espaço para as comunicações por redes de computação, designado na rubrica cibernética pelo substantivo “ciberespaço”, com etimologia do inglês *cyberspace*, de *cybernetic* 'cibernético' + *space* 'espaço'; ver *ciber-* e *espac-* (HOUAISS, 2007), sendo que o ciberespaço pode ser caracterizado como um ambiente virtual, no qual a Internet ocupa centralidade, pois que os meios de comunicação modernos permitem que pessoas e equipamentos estabeleçam intercâmbio de informações em tempo real ou assincronicamente.

Grosso modo, o ciberespaço pode ser tomado como uma grande rede interconectada planetariamente, com um processo de comunicação no qual a universalidade sem totalidade segue uma linha interativa de comunicação. Assim, os usuários dessa rede de comunicação tem a oportunidade de ampla participação, com a disseminação de uma nova cultura pelo planeta, a cibercultura. A esse respeito, Santaella (2005) destaca que

Através da digitalização, vários setores tecnológicos e várias mídias anteriormente separadas convergem para um único aparelho complexo que tem seu núcleo no computador. Através das redes telecomunicacionais, a conexão dos computadores e o conseqüente intercâmbio de informações que essa conexão propicia têm se alastrado exponencialmente por todo o planeta

produzindo uma forma radicalmente nova de cultura, a cultura mediada por computador, também chamada de cultura do ciberespaço ou cibercultura. É tal a rapidez das mudanças no ciberespaço que se tornou imprudente fazer prognósticos. De todo modo, a irreversível convergência das mídias e as promessas das bandas largas permitem prever que, através do acasalamento da informática com a televisão e as telecomunicações, deverão aparecer sistemas híbridos em co-evolução acelerada. A curto ou médio prazo, a indústria da informática deverá convergir com a indústria da televisão. Os telefones, os televisores e os videogames deverão ser substituídos pelos PCs com hipermídia e redes. Enfim, não somos participantes apenas de uma revolução técnica, mas também de uma sublevação cultural cuja propensão é se alastrar tendo em vista que a tecnologia dos computadores tende a ficar cada vez mais barata (p. 11-2).

Aparentemente, há possibilidade de que a crise do modelo e da forma tomada pela escola moderna, com conseqüente desinteresse pelo que se passa na sala de aula por parte significativa dos alunos, seja uma oportunidade de refletir e agir no sentido de aprofundar as capacidades sinérgicas da revolução informática que se mostram extremamente impactantes em diversos setores da vida social, mas que no universo da escola brasileira quase não se podem examinar, pois, infelizmente, se há uma paisagem que pouco se alterou ao longo do tempo foi a da escola brasileira.

Nessa linha de raciocínio, o desenvolvimento da computação e da Internet ganha relevo pelas possibilidades educacionais que estão em jogo no campo das tecnologias de comunicação e no fomento de uma tendência hipermidiática no campo das teorias contemporâneas da educação (BERTRAND, 2001, p. 98). Porém, a ausência de acesso aos benefícios advindos dessas novas tecnologias de comunicação cria dificuldades para os avanços na rede escolar brasileira, como ressalta Moran (2007, p. 9-10):

Escolas não conectadas são escolas incompletas (mesmo quando didaticamente avançadas). Alunos sem acesso contínuo às redes digitais estão excluídos de uma parte importante da aprendizagem atual: do acesso à informação variada e disponível *on line*, da pesquisa rápida em bases de dados, bibliotecas digitais, portais educacionais; da participação em comunidades de interesse, nos debates e publicações *on line*, enfim, da variada oferta de serviços digitais.

De fato, há muitas possibilidades interessantes no desenvolvimento de um ensino escolar com emprego da hipermídia, tanto no ensino presencial como naquele ministrado na modalidade a distância, em especial, nas escolas superiores da atualidade. Essas escolas, muitas vezes, recebem alunos familiarizados com as novas tecnologias e com o ambiente virtual, sendo que, nessa perspectiva, os professores e as instituições de educação superior que os abrigam parecem ser os personagens e os lugares mais despreparados para o entendimento das novas sociabilidades e para o uso das novas tecnologias que as suportam.

Por fim, é importante salientar que no campo das ciências humanas houve intenso desenvolvimento da área de conhecimento denominada Educação Matemática que abriga uma comunidade de pesquisadores numerosa, com objeto de pesquisa claramente circunscrito ao estudo do “ensino e da aprendizagem da matemática” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 5). Desenvolvimento este que foi motivado por uma série de circunstâncias histórico-sociais, tais como o advento das duas grandes guerras e da corrida tecnológica ligada a conquista do espaço e aos equipamentos militares da primeira metade do Séc. XX, com desdobramentos até o período atual. Mais recentemente, porém, uma série de propostas inovadoras do campo pedagógico (pedagogia de projetos, interdisciplinaridade, aprendizagem colaborativa, construtivismo etc.) têm guardado

proximidade das propostas de renovação da Educação Matemática, para além de objetivos militares, na direção de oportunizar a formação de cidadãos mais livres e participativos da vida sócio-política.

Assim, os resultados de pesquisa que serão comunicados nesse texto orbitam no entrecruzamento de algumas **questões centrais**, a saber: a necessidade de superação de um modelo pedagógico tradicional que tem minado a qualidade do ensino brasileiro em todos os níveis de ensino, com resultados cada vez mais preocupantes, conjugada a oportunidade de construção de um paradigma educacional renovado que congregue ensino com pesquisa, com utilização do aprendizado eletrônico e com a contextualização dos conteúdos de conhecimento a serem aprendidos pelos alunos, por meio da demonstração de sua relação concreta com a vida cotidiana das pessoas e na direção de ajudá-las a superar os obstáculos ao exercício pleno da cidadania.

Tema

Em trabalho anterior do pesquisador, fruto de investigação desenvolvida no curso de Mestrado do Programa de Estudos Pós-Graduados em Comunicação e Semiótica da PUC-SP, publicado, em 2005, com o título de “Sociedade informacional e an/alfabetismo digital: relações entre comunicação, computação e Internet” (GATTI, 2005), a questão da educação já permeava a problemática da pesquisa.

Naquele trabalho, o pesquisador buscou compreender as relações entre as mudanças nos processos de comunicação, a computação e a criação da Internet. Para tanto, examinou

as formas de criação, divulgação e apropriação de idéias com a utilização de meios eletrônicos, a evolução da eletrônica aplicada ao processamento de informações, as tentativas iniciais de comunicação em rede e o desenvolvimento da Internet.

Partiu da apreensão do histórico e das perspectivas da computação para, em seguida, buscar o entendimento dos caminhos das novas possibilidades comunicativas, com a criação de uma forma de comunicação via rede de computadores, com características inovadoras tais como, as possibilidades de estabelecimento de comunicação assíncrona e transporte de textos unidos a imagens e sons, inaugurando uma forma de interatividade inteiramente nova e promissora.

Os resultados evidenciaram que as formas de suporte para a divulgação de idéias em meios eletrônicos, priorizando o processo de recepção e apropriação de informação pelos usuários do serviço de Internet, estabeleceram, desde o final do Século XX, possibilidades tanto democratizantes como realidades reiteradoras da exclusão social, com o estabelecimento de uma diferenciação entre alfabetizados e analfabetos no que tange a comunicação digital.

Em certa medida, esta nova investigação aproveita-se, dá continuidade e confere uma direção mais particular a investigação realizada anteriormente, sendo que, nessa oportunidade, o pesquisador centralizou seus esforços investigativos no exame das formas tomadas pela disciplina Laboratório de Programação no Curso de Ciência da Computação da PUC-SP, seus avanços, entraves, sua relação com a Educação Matemática ministrada no interior do curso em tela e, sobretudo, sobre as possibilidades em aberto com a introdução do aprendizado eletrônico e mediante uma melhor definição da abrangência de conteúdo e

da forma de exercício do trabalho didático-pedagógico docente e discente no ensino e na aprendizagem da referida disciplina.

Sem dúvida, essa preocupação com a qualidade do ensino e da aprendizagem da referida disciplina vincula-se ao fato do pesquisador ser um dos responsáveis por sua oferta na PUC-SP, o que ocorreu, primeiramente em 1996 e, mais recentemente, em 2008, sendo que desde 2007, o pesquisador também exerce a coordenação do Curso de Ciência da Computação da PUC-SP.

Além disso, outras atividades, ainda que indiretamente, colaboraram para as escolhas do atual objeto de pesquisa, tais como aquelas desenvolvidas na qualidade de membro e de pesquisador até 2008 no projeto PUCSP*Net*LAB, laboratório este que é associado ao Programa de Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada (TIDIA).

O TIDIA é apoiado pela FAPESP e foi criado em 2001, com a finalidade de incentivar a pesquisa científica e tecnológica em projetos cooperativos relacionados ao estudo e desenvolvimento de "redes experimentais" de alta velocidade, o que permite, por exemplo, a integração de laboratórios geograficamente distribuídos, sendo que o programa conta com a participação de cerca de seiscentos pesquisadores e com o suporte técnico do Núcleo de Apoio à Rede Acadêmica (NARA). (O QUE É O TIDIA, 2008)

Em relação ainda à participação no Programa TIDIA, via PUCSP*Net*LAB, o pesquisador ingressou, inicialmente, na linha de trabalho e de pesquisa relacionada ao desenvolvimento de redes de computadores, designado, de modo geral, pelo termo

KyaTera¹, sendo este um projeto cooperativo relacionado ao estabelecimento de uma rede de fibras ópticas destinada à pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias para aplicações da Internet avançada. A rede baseia-se no conceito de fibras exclusivas chegando diretamente aos laboratórios, sendo dividida em uma rede experimental que funciona como uma plataforma de testes e uma rede estável que permite a comunicação entre os WebLabs, laboratórios de diversas áreas do conhecimento que disponibilizam seus instrumentos para controle remoto, o que é o caso do PUCSPNetLAB.

Paralelamente, desde 2004, com o ingresso no curso de Doutorado do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, o pesquisador vincula-se a linha de pesquisa Tecnologias da Informação e Educação Matemática e, nela, ao grupo de pesquisa Tecnologias e Meios de Expressão em Matemática (TecMEM).

Criado em 2001, o TecMEM tem como objetivo formar uma cultura de investigação e pesquisa em questões sobre as relações recíprocas entre práticas matemáticas, aprendizagem e tecnologias (em particular, as tecnologias digitais) e a orquestração de ensino na presença de ferramentas tecnológicas, com preocupações que incluem: 1) a análise das relações entre os objetos do saber e os ambientes informatizados nos quais eles são estudados, considerando as especificidades de representações informatizadas de objetos matemáticos e demais características do processo de transposição informática; 2) a identificação das tensões inerentes ao uso de novas tecnologias na sala de aula e suas estratégias de superação, as mudanças no papel do professor e possíveis abordagens de ensino advindas de softwares e os suportes necessários para que professores integrem o computador em suas aulas de Matemática; 3) o

¹ O termo designativo da linha de trabalho e pesquisa vinculada ao Projeto TIDIA advém da união de dois termos de origem diferenciada, a saber: 1) Kya: rede de pesca, em tupi-guarani; 2) Tera: adotado na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (resolução nº 12), em 1960, equivalente a um multiplicador 10^{12} , seja, *um trilhão* de vezes a unidade indicada, sendo que na informática designa múltiplo do *byte*, que vale um milhão de *megabytes*, com alguns aplicativos que consideram que o *terabyte* vale 10^{12} *bytes* (HOUAISS, 2007).

desenvolvimento de cenários de aprendizagem, abordando conteúdos específicos, integrando recursos tecnológicos, tais como: micromundos, hiperdocumentos, hipertextos etc., incentivando o desenvolvimento de competências intelectuais mais complexas que a tradicional armazenagem de conteúdos e investigando as influências das ferramentas, atividades e intervenções que compõem estes cenários nas trajetórias de aprendizagem de seus participantes; 4) a investigação dos processos de gênese instrumental, analisando os processos de transformação de artefato em instrumento, as formas pelas quais são atribuídas funções ou potencialidades às ferramentas com as quais os usuários desenvolvem ou se apropriam de esquemas de ação instrumentada; 5) a análise do papel do corpo e da tecnologia na cognição matemática e investigação da produção de significados de alunos e professores envolvidos em atividades matemáticas em ambientes informatizados; 6) a reflexão sobre o uso da Educação à Distância, da formação de comunidades virtuais e a gestão social do conhecimento; a contribuição nos debates nacionais e internacionais por meio da geração e da disseminação dos trabalhos do grupo (PUC-SP, 2007).

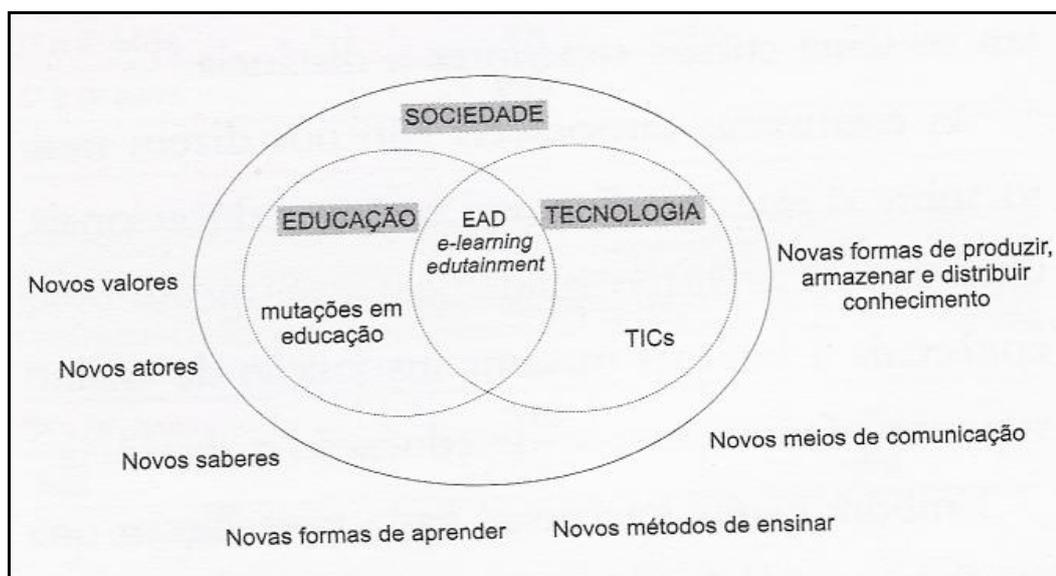
Depreende-se do exposto que há convergência de interesses profissionais e de pesquisa consideráveis entre as preocupações que animaram as pesquisas desenvolvidas anteriormente, em especial, no decurso do Mestrado e as atividades atualmente desenvolvidas na PUC-SP, seja na pesquisa e no ensino, mas, sobretudo, na prática profissional (docência e coordenação) e nas atividades de estudos e pesquisa afetas do curso de Doutorado.

Problema

Um dos pontos que integra a problemática dessa investigação está vinculado às possibilidades tecnológicas inovadoras contidas nas formas tomadas recentemente pelo aprendizado eletrônico, tanto no que se refere ao ensino presencial quanto no a distância.

Destaque para os sistemas de informática (comunicação, produção, armazenamento e distribuição), as novas metodologias de ensino e de aprendizagem e os novos atores envolvidos nas ações de aprendizagem. Nessa direção, o **Gráfico 1**, contribui para sintetizar parte das idéias que estão a influenciar o pesquisador no desenvolvimento da presente pesquisa.

Uma mudança cultural começa a influenciar a sociedade, quando a educação integra-se com as TIC, novos elementos emergem, o professor repensa o seu papel, com novos métodos de ensino, novas formas de avaliação, novas formas de comunicação com os estudantes, ganhando dinamismo e novos saberes. O aluno passa a ter contato com novas formas de aprendizagem, com conteúdos dinâmicos, interativos e colaborativos, fomentando uma nova realidade social.

Gráfico 1 - Educação e tecnologia em uma nova realidade social

Fonte: FILATRO, 2004, p. 30.

Após esse delineamento teórico inicial que será aprofundado ao longo do texto da tese é possível apresentar o processo que levou um problema constatado na prática profissional do pesquisador fosse aproveitado como objeto da presente investigação.

O pesquisador, desde 2001, está envolvido com a disciplina “Lógica de Programação” do curso de Tecnologia e Mídias Digitais e, desde o primeiro semestre de 2008, é co-responsável juntamente com o Prof. Ms. Custódio Thomaz Kerry Martins, pela disciplina Laboratório de Programação 1 do curso de Ciência da Computação, ambas na PUC-SP, sendo que já tinha tido uma experiência anterior com a disciplina em 1996.

Das experiências com as mencionadas disciplinas universitárias resultaram percepções do pesquisador relacionadas às dificuldades no ensino e na aprendizagem dos alunos de Programação, seja na disciplina Lógica de Programação, mais voltada para a produção de hipermídia; ou na disciplina Laboratório de Programação, mais introdutória aos conteúdos do Curso de Ciência da Computação, incluindo as seguintes dificuldades dos alunos:

1. Compreender o problema proposto – o texto dos enunciados dos problemas, pois os alunos não conseguem resolver o problema proposto o que implica em dificuldades em pensar uma solução computacional, por meio da criação de um programa que resolva o problema;
2. Descrever uma solução para o problema, isto é, fazer um algoritmo que represente uma solução que possa se codificada numa linguagem de programação;
3. Distinguir a complexidade da solução do problema, isto impede que o aluno perceba o esforço necessário para gerenciar essa complexidade, simplificando demais o programa e ignorando as vezes o propósito do programa.
4. Perceber o movimento computacional feito pela máquina ao executar um programa, isto é, entender o esforço computacional que uma solução possa exigir quando da execução do programa;
5. Adaptar e/ou modificar a solução algorítmica para uma linguagem de programação;
6. Utilizar estruturas lógicas e em saber usar a melhor ferramenta para a solução.

No primeiro semestre de 2008, durante o planejamento da disciplina Laboratório de Programação 1, o pesquisador, de comum acordo com o co-responsável pela mesma,

introduziu inovações em relação à forma de apresentação do conteúdo, modificando os antigos exercícios adicionando uma resolução algorítmica aos problema, com o objetivo de minimizar a dificuldade de projetar a solução e com isso, criar um ambiente propício para o desenvolvimento de um código mais organizado do ponto de vista da sintaxe. Ressalta-se a existência de outro elemento importante para aprendizagem de programação de computadores que é a possibilidade de visualizar o fluxo de execução feito pela máquina quando o programa escrito do aluno estiver em execução, o que contribuiria para entender como aquela solução escrita em papel de forma algorítmica é executada pela máquina.

As experiências com a disciplina Laboratório de Programação, em 1996 e, mais recentemente, em 2008, fomentaram uma série de questionamentos que emergiram de uma reflexão sobre a ação do ensino de programação do pesquisador e em algumas conversas com os outros docentes do Curso de Ciências da Computação da PUC-SP. Questionamentos estes que subsidiaram as interrogações que animaram a investigação e que nortearam o estabelecimento da hipótese de pesquisa, a saber:

1. Qual é a gramática básica (termos e locuções) afeta à temática da investigação?
2. Quais são historicamente e na atualidade os recursos de comunicação disponibilizados e disponíveis para a interação entre os diversos sujeitos nos ambientes de aprendizagem construídos nas práticas pedagógicas do aprendizado eletrônico?
3. Quais as razões da existência no currículo do curso de Ciência da Computação da disciplina “Laboratório de Programação”?

4. Qual a situação atual do ensino e da aprendizagem da disciplina e os principais entraves para sua melhoria e maior atratividade junto aos alunos
5. Qual a relação do conteúdo da disciplina com a de outras disciplinas do curso, em especial, com aquelas afetas a educação matemática?
6. Quais as possibilidades em aberto para instaurar processos e práticas de inovação no interior das disciplinas?
7. O que é possível propor em termos de inovação de conteúdo e de práticas pedagógicas, com uso do aprendizado eletrônico, para a disciplina Laboratório de Programação?

Hipótese

A partir desses questionamentos e dos conhecimentos prévios do pesquisador foi possível elaborar uma hipótese que animou a investigação, qual seja, a de que houve poucas mudanças nos conteúdos e na forma de ensiná-los no que diz respeito à disciplina Laboratório de Programação no interior do Curso de Ciência da Computação da PUC-SP, o que tem contribuído sobremaneira para a diminuição da atratividade da disciplina junto aos alunos e para a adequada formação dos egressos do referido curso com a qualidade necessária para o exercício profissional.

Assim, mudanças de conteúdo, com maior precisão do que é o conteúdo afeto às diferentes disciplinas, especialmente no primeiro ano de Curso, acrescidas de profundas alterações das práticas didático-pedagógicas no interior da disciplina são urgentes e necessárias.

Objetivos da investigação

O objetivo geral que animou este trabalho investigativo abrange a verificação da situação atual e das possibilidades de inovação dos conteúdos e das práticas didático-pedagógicas no interior da disciplina Laboratório de Programação 1 do curso de Ciência da Computação da PUC-SP.

Defendemos a tese de que o aluno deva conhecer um processo de desenvolvimento de software² desde o primeiro ano do curso de Ciência da Computação na disciplina de Laboratório de Programação 1, seguindo as fases essenciais do processo, que são: análise; *design*; codificação e testes

Enfatizando a fase de *design*, na qual são tratados os aspectos da modelagem da solução, organizando os requisitos identificados na fase de análise e mapeados no modelo que norteará a fase de codificação, ficando a fase de teste para fazer a validação da

² Definido por Pressman (2008, p.16) como “[...] um arcabouço para as tarefas que são necessárias para construir softwares de alta qualidade. [...]”,

aplicação, em relação aos requisitos identificados se foram atendidos e feita a verificação da aderência do código gerado em relação aos modelos desenvolvidos na modelagem.

Para alcançar o objetivo da tese, uma série de objetivos específicos foi atingida:

1) Compreender os conceitos básicos relacionados à temática, tais como comunicação educativa, aprendizado eletrônico e educação matemática; E apreender as dimensões básicas de aprendizado; 2) Compreender as razões da existência no currículo do curso de Ciência da Computação da disciplina Laboratório de Programação; E apreender a situação corrente do ensino e da aprendizagem da disciplina e os principais entraves para sua melhoria e maior atratividade junto aos alunos; 3) Sintetizar a relação do conteúdo da disciplina com a de outras disciplinas do curso, em especial, com aquelas afetas a educação matemática; 4) Fazer uma proposta de abordagem inovadora; Implantar e analisar os resultados dessa nova abordagem para disciplina Laboratório de Programação 1; 5) Propor inovações de conteúdo e de práticas didático-pedagógicas para as disciplinas de Laboratório de Programação 2, 3 e 4.

Procedimentos Metodológicos

Essa pesquisa foi realizada pautada no *design-based research* (concepção baseada em pesquisa) que segundo Wang e Hannafin (2005) propõem cinco características básicas: pragmática, fundamentada, interativa, iterativa e flexível, integrativa e contextual.

Ainda segundo os autores, o *design-based research* é pragmática porque os seus objetivos estão resolvendo os problemas atuais do mundo real por meio da concepção e das

intervenções, bem como a ampliação das teorias e o princípio do refinamento do *design*. Nesta pesquisa o problema a ser resolvido está ligado com a disciplina de Laboratório de Programação 1 que tange o desenvolvimento de programas.

A *design-based research* é fundamentada na teoria e no contexto do mundo real, e nesta pesquisa além de tratar do problema da disciplina de Laboratório de Programação 1 também recorre às disciplinas sobre o ensino de linguagens de programação e algoritmos.

Em termos do processo de pesquisa, o *design-based research* é interativa, iterativa e flexível, pois possibilitou que durante a pesquisa ocorressem reuniões e novas implementações dos enunciados de forma interativa, iterativas e flexíveis.

O *design-based research* é integrativo por que os pesquisadores necessitam de uma variedade de métodos de pesquisa e abordagens para integrar tanto o paradigma de pesquisa qualitativa quanto a quantitativa, dependendo da necessidade da pesquisa. Os estudos sobre a disciplina de laboratório de programação ficaram voltados para o paradigma qualitativo.

O *design-based research* é contextualizado porque os resultados da pesquisa são conectados por meio do processo de concepção, no qual os resultados são gerados e configurados conforme a pesquisa é conduzida.

Esse tipo de metodologia foi escolhido porque segundo Reeves (2000) atende melhor a conexão entre teoria e prática e entre pesquisadores e práticos (professores). Oferece ainda a melhoria e geração de evidências empíricas da aprendizagem na qual os próprios pesquisadores buscam desenvolver contextos, *frameworks*, ferramentas, e

modelos pedagógicos para melhorar o entendimento das teorias pedagógicas que possam emergir ou ontologias relacionadas (Di SESSA; COBB, 2004). Nestes contextos, a pesquisa se move além da simples observação, e atualmente envolve, sistematicamente, uma engenharia destes contextos de forma que os participantes tenham as melhores práticas de investigação, gerados por exigências baseadas nas evidências sobre a aprendizagem. Oferece uma ferramenta metodológica útil para pesquisadores comprometidos em compreender as variáveis imersas em contextos naturais.

O material coletado foi em grande parte por meio do Moodle, dos alunos e exercícios propostos. Além disso, as reuniões com os professores foram gravadas e/ou tomadas notas. Algumas gravações saíram com diversos ruídos e nos baseamos nas anotações e/ou entrevistas para esclarecimentos.

As análises, de acordo com a metodologia *design-based research* adotado, ocorreram parcialmente, isto é, após os encontros e/ou aulas, os exercícios e as propostas eram reformulados. Ao final uma análise global foi realizada para propor uma nova abordagem.

Nesta pesquisa foram criados dois ciclos de execução, a seguir têm-se, brevemente, as descrições de cada um dos ciclos:

a) Ciclo 1 – de março 2008 a junho de 2008

A investigação em curso partiu de um processo inicial de análise dos dados disponíveis, o que se fez por meio do conhecimento de parte da literatura relacionada à

temática da investigação e incluiu o exame inicial dos relatos de experiência sobre algumas iniciativas concretas de aprendizado eletrônico (*e-learning*) em desenvolvimento no exterior e no país.

A partir desse conhecimento prévio foi possível dar prosseguimento a etapa lógica da investigação, com definição temática, formulação do problema e da hipótese dessa pesquisa, conforme exposto anteriormente. Diante dessas definições, foi possível prosseguir com a tomada de decisão acerca dos novos dados e informações a serem buscados, o que se fez, com alguma dificuldade, dada à variedade de informações e de experiências relatadas.

Uma série de anotações da prática profissional do pesquisador junto à disciplina Laboratório de Programação 1 fomentou boa parte da análise da situação da disciplina, bem como a análise de bibliografia sobre a temática forneceram um arsenal de ideias que foram, na medida do necessário, incorporadas no texto da tese.

Foram realizadas reuniões semanais durante o semestre com o co-professor da disciplina Laboratório de Programação 1. Cada reunião teve duração de 2 horas. A partir dessas reuniões foram sendo modificadas as propostas dos enunciados dos exercícios, adicionando algoritmos para focar o trabalho na organização do código gerado, conforme será visto no capítulo 3.

b) Ciclo 2 – de agosto de 2008 a abril de 2009

No segundo semestre de 2008, conjuntamente com o professor co-responsável pela disciplina, Custódio Thomaz Kerry Martins, e com o professor responsável pela disciplina de Engenharia de Software – Modelagem (5º. Período), Dr. Ítalo Santiago Vega, foi planejada a disciplina Laboratório de Programação 1 para ser aplicada no primeiro semestre de 2009, a participação do professor Ítalo trouxe a visão de uma disciplina mais adiante no curso, resgatando os anseios de como os alunos devem chegar para enfrentar a disciplina.

O foco das mudanças fez com que o aluno iniciasse a disciplina seguindo as fases de desenvolvimento de software, isto é, aula a aula os exercícios eram revistos junto com os professores sendo modificados conforme a necessidade. O que será detalhado no Capítulo 4.

Por fim, terminou-se por apresentar uma nova proposta para disciplina de Laboratório de Programação 1.

Estrutura da Tese

A tese está estruturada em quatro capítulos. Precede o primeiro capítulo, a “Introdução” que trata do tema e dos aspectos metodológicos da investigação. O primeiro capítulo incorpora a apresentação de uma gramática básica de referência para os resultados alcançados na pesquisa, incluindo os seguintes termos e locuções principais: informática, comunicação educativa, aprendizado eletrônico e educação matemática. Em seguida, no segundo capítulo, a preocupação recai sobre as dimensões do aprendizado eletrônico, com

a abordagem do contexto histórico de emergência de tal forma de aprendizado, com ênfase na análise da origem e forma de utilização do Moodle. O terceiro capítulo abrange a situação tradicional e as perspectivas de inovação no que se refere especificamente a disciplina Laboratório de Programação, estabelecendo o ciclo 1. No quarto capítulo é estabelecido o ciclo 2 do desenvolvimento da pesquisa, estruturando as possibilidades de inovação aplicadas a disciplina de laboratório de Programação. Por fim, constam as “Considerações Finais” que salientam os principais pontos que levaram a confirmação da hipótese inicial da pesquisa.

Capítulo 1

A gramática básica sobre informática, comunicação educativa, aprendizado eletrônico e educação matemática

A necessidade de esclarecer algumas posições fundamentais do pesquisador acerca do campo temático ao qual se insere a presente investigação tornou importante este primeiro capítulo da tese que é dedicado principalmente à divulgação de um estudo sobre as bases conceituais e terminológicas do aprendizado eletrônico (*e-learning*), no qual são apresentadas as reflexões e conclusões do pesquisador sobre alguns termos e locuções chave na investigação.

Assim, por finalidade didática, esta explanação está dividida em três blocos interdependentes. O primeiro refere-se ao tratamento dos termos e locuções: educação, instituição escolar, formação humana e formas de conhecimento. No segundo bloco, por seu turno, o trabalho conceitual recai sobre os termos e locuções informática e cibernética.

Por fim, o terceiro bloco refere-se às locuções comunicação educativa, aprendizagem eletrônica e educação matemática.

É importante ressaltar que o tratamento desses conceitos no âmbito dessa tese se fez necessário tendo em vista evidenciar a forma como o pesquisador os entende e os aciona no tratamento da questão central da pesquisa, com vistas ao entendimento da situação e a superação de deficiências no ensino de programação no âmbito dos curso de computação em geral e, particularmente, na PUC-SP, com o emprego da comunicação e do aprendizado eletrônico (tema do Capítulo 2).

1.1. Educação, instituição escolar, formação humana e formas de conhecimento

Saviani (1991, p. 19) afirma que a educação é, simultaneamente, “[...] uma exigência do e para o processo de trabalho, bem como é, ela própria, um processo de trabalho [...]”. Como desdobramento dessa assertiva, o autor explicita suas conclusões em torno da definição da natureza e da especificidade da educação, do seguinte modo:

[...] a compreensão da natureza da educação enquanto um trabalho não material cujo produto não se separa do ato de produção nos permite situar a especificidade da educação como referida aos **conhecimentos, idéias, conceitos, valores, atitudes, hábitos, símbolos** sob o aspecto de elementos necessários à formação da humanidade em cada indivíduo singular, na forma de uma segunda natureza, que se produz, deliberada e intencionalmente, através de relações pedagógicas historicamente determinadas que se travam entre os homens [**Grifos do autor**]. (SAVIANI, 1991, p. 29-30).

A partir do reconhecimento do que especifica o processo educacional de modo geral, parece importante também precisar, com Saviani, a partir de Bourdieu e Passeron (1982), o caráter diferencial da educação geral daquilo que se passa na educação escolar mais especificamente, pois

Levando em conta o caso particular da educação, notamos que se trata de uma realidade irreduzível nas sociedades humanas que se desenvolve, originariamente, de forma espontânea, assistemática, informal, portanto, de maneira indiferenciada em relação às demais práticas sociais. A institucionalização dessa forma originária de educação dará origem às instituições educativas. Estas correspondem, então, a uma educação de tipo secundário, derivada da educação de tipo primário exercida de modo difuso e inintencional. (SAVIANI, 2005, p. 5).

No entanto, Saviani destaca a importância da percepção e da consideração da escola como uma entre outras instâncias educativas que atuam nos processos de formação humana postos em disputa no território social, conforme se pode perceber no texto reproduzido a seguir:

Quando consideramos a instituição educativa, isto é, quando tomamos a educação na sua especificidade, como ação propriamente pedagógica, cuja forma mais conspícua se expressa na escola, observamos que esse destacar-se da atividade educativa em relação aos demais tipos de atividade não implica necessariamente que as instituições propriamente educativas passem a deter o monopólio exclusivo do exercício do trabalho pedagógico secundário. Na verdade, o que constatamos é uma imbricação de instituições de diferentes tipos, não especificamente educativas que, nem por isso, deixam de cuidar, de algum modo, da educação. Assim, para além da instituição familiar votada, pelas suas próprias características, ao exercício da educação espontânea, vale dizer, do trabalho pedagógico primário, encontramos instituições como sindicatos, igrejas, partidos, associações de diferentes tipos, leigas e confessionais, que, além de desenvolver atividade educativa informal, podem, também, desenvolver trabalho pedagógico secundário, seja organizando e promovendo modalidades específicas de educação formal, seja

mantendo escolas próprias em caráter permanente. Nesse âmbito, as instituições que se destacam nitidamente entre as demais, são, sem dúvida, a Igreja e o Estado. (SAVIANI, 2005, p. 5).

Em consonância com as elaborações e observações de Saviani, parece bastante satisfatório o conceito de instituição educativa apresentado por Justino Magalhães (1998), pela fertilidade e pelo relacionamento coerente que se pode perceber com a valorização do sujeito e o reconhecimento da força que a institucionalização exerce nos processos de formação da humanidade. Para ele,

No plano histórico, uma instituição educativa é uma complexidade espaço-temporal, pedagógica, organizacional, onde se relacionam elementos materiais e humanos, mediante papéis e representações diferenciados, entretendo e projetando futuro(s), (pessoais), através de expectativas institucionais. É um lugar de permanentes tensões. [...] são projetos arquitetados e desenvolvidos a partir de quadros sócio-culturais. (MAGALHÃES, 1998, p. 61-62).

Depreende-se da elaboração conceitual de Magalhães (1998), um esforço em abarcar os elementos projetivos que as instituições escolares suportam e, por consequência direta, as agendas antropológicas que estão em disputa no território social, no qual escolhas políticas, morais e mesmo religiosas ficam claras em diferentes e contraditórios projetos de formação humana.

Ainda em relação à questão da formação humana parece muito interessante acompanhar análise recente realizada por Nosella (2005) justamente sobre o termo formação. O autor entende formação como possibilidade, na qual a ação dialógica e a cumplicidade entre educador e educando firmam-se como absolutamente necessárias. Para ele,

[...] formar alguém se torna um ato de cumplicidade entre o formador e o formando, no qual o primeiro apresenta formas e experiências conhecidas e o segundo exercita a liberdade e cria o futuro. [...] O ato de formar é essencialmente um ato ético, de liberdade. (NOSELLA, 2005, p. 26).

O emprego do termo liberdade em relação à formação humana por Nosella (2005) comporta, evidentemente, uma linha de ruptura com o ideário de formação autoritário e centralizado oriundo, quase sempre, de instituições sociais fortes como a Família, a Igreja e o Estado, com a proposição de uma centralidade do sujeito no meio social que parece se afinar com a tradição filosófica mais próxima do Humanismo.

Nosella (2005), no entanto, não deixa de assinalar a dimensão preconceituosa e excludente que o termo comporta e que percorre diversas concepções idealistas de mundo, para as quais existiria sempre uma forma perfeita a ser alcançada. Nessa acepção, “[...] formar alguém pode se tornar um processo autoritário, um forçar alguém a imitar um modelo preconceituoso sufocando ou anulando a própria liberdade [...]” (p. 25). Entretanto, para além dessa constatação crítica, há uma dimensão importante que Nosella, a partir de Lyotard, sublinha – a de que a essência não é dada, mas, sim, construída no processo de formação humana.

Nessa direção, os processos de escolarização comportam tanto um modelo e uma forma de ensino que se articulam de modo mais forte ou mais fraco conforme o caso a determinadas finalidades formativas. Essas finalidades, com efeito, são oriundas de determinações dos diferentes grupos sociais que conseguem controlar e dar continuidade a suas unidades escolares ao longo do tempo. Mobilizam-se, desse modo, recursos materiais e ideológicos no sentido de assegurar a disseminação de uma determinada agenda antropológica, de um determinado modelo de homem e de sociedade.

Esse princípio geral, independentemente do credo assumido – evangelização ou patriotismo, por exemplo –, está vinculado tanto ao exercício educativo primário quanto ao secundário, o que envolve, como se viu anteriormente, a transmissão e a incorporação de conhecimentos, idéias, conceitos, valores, atitudes, hábitos e símbolos pelos indivíduos associados. As conseqüências oriundas da resistência a cultura dominante, em modelos de formação fechados, são conhecidas e variam de intensidade conforme o nível de transgressão e do consentimento social dado ao aplicador das penalidades.

Esse raciocínio encaminha uma idéia de que a renovação dos modelos e das formas de ensino escolar não ocorre de modo isolado do que se passa na educação de tipo primária, mas geral e pouco transparente do ponto de vista da institucionalização, tal qual é o papel atribuído à família em épocas passadas, mas, sobretudo, aos meios de comunicação de massa desde o século XX aos dias de hoje.

De fato, caminhar para um processo de formação humana mais livre e baseada em escolhas morais pessoais não é tarefa fácil. Porém, o desenvolvimento de possibilidades comunicacionais mais amplas e de difícil controle pela Igreja e pelos Estados Nacionais, tais como a Internet, assinala potencialidades que podem ser aproveitadas, conforme destacado em trabalho anterior do pesquisador, onde se pode ler:

Enfim, ainda que problemas de toda ordem parem sobre a Internet, ela comporta inovações bastante promissoras, com destaque para as possibilidades de inovação, recriação e busca de conhecimentos novos que podem ensejar uma posição bastante otimista com este novo meio de comunicação, resultando da conjunção entre inventividade humana em séculos de evolução tecnológica (GATTI, 2005, p. 157).

O interesse pela inovação educacional, por meio de processos de aprendizagem que ensejem maior liberdade de escolha aos indivíduos, em correspondência direta ao acesso

mais substantivo às informações provenientes de diferentes fontes e grupos sociais em condições de tempo e espaço enormemente potencializados por meio eletrônicos, ocupa a mente dos educadores de modo particular e, de modo geral, de parte considerável da sociedade.

O caráter promissor da inovação educacional e da ruptura com modelos e formas educacionais autoritários, passa, aparentemente, pela superação do tecnicismo pedagógico, em especial das idéias de centralização do processo educativo em máquinas. Ao invés disso, a centralização estaria nos sujeitos que interagem no processo de aprendizagem e não nos suportes de informação e no material instrucional. Capacitar esses sujeitos à produção de material escolarizado e para a utilização dos suportes de informação são, aparentemente, caminhos que podem contribuir no processo de inovação do ensino escolar que se quer operar na atualidade.

Em relação ao acesso ao conhecimento é importante assinalar a falsidade de afirmações e credos que advogam a existência de uma hierarquia estabelecida de modo apriorístico entre as diferentes formas do conhecer humano. Assim, o sujeito cognoscente que duramente experenciou seu corpo e construiu sua mente em meio à atividade vital de subsistência, desdobrando daí sua capacidade reflexiva e dela sua consciência moral, produziu, nesse período largo de tempo, saberes os mais diferentes e que a sua maneira contribuíram para assegurar a sobrevivência da espécie em um ambiente natural que lhe era hostil, bem como para que fosse possível a criação de um ambiente cultural mais amigável e colaborativo, com senso moral desenvolvido e apreço pela vida, apesar das dificuldades e problemas que a própria existência coloca.

Nessa direção, estudos interdisciplinares têm unido cientistas de campos que pouco se comunicavam no passado, tais como lingüistas, biólogos, neurologistas etc., sendo que os mesmos apontam para caminhos extremamente promissores nos estudos do homem em sua relação bio-histórica com o mundo. Francisco Varela (UNESCO, 2007), por exemplo, com formação em biologia e com experiência de ensino e de pesquisa em universidades da América do Sul e do Norte e da Europa, especialmente na Alemanha e na França, transitou na fronteira de diversas disciplinas em busca de aprofundar um programa de pesquisa sobre a neurociência cognitiva, por meio do estabelecimento de um campo de conhecimento conhecido como neuro-fenomenologia. Em suas formulações advoga a autonomia dos seres vivos na geração de soluções específicas para sua própria realidade e circunstância. Varela,

[...] analiza los procesos de captación de información y los mecanismos de procesamiento cerebral, dando un salto cualitativo en los estudios sobre la teoría de la información, al desplazar la matriz física del análisis hacia el campo de la biología. Es, también, un acercamiento a la persona y las peculiaridades cerebrales de la recepción, marcadas por la autonomía –las ‘interpretaciones’ personales- del sistema nervioso. La física, señala Varela, no provee de herramientas, metáforas y contextos necesarios para comprender el funcionamiento de una célula, un sistema nervioso o de un sistema social. Se abren aquí nuevas perspectivas científicas sobre la percepción y la objetividad, así como de las interacciones, en el campo de la comunicación en sociedad, que describen los consensos acerca de las sensaciones de la realidad, en la que el observador forma parte del mundo observado. El mundo es como nos parece, porque en ello coinciden las percepciones múltiples de quienes forman agregaciones de observación presentes e históricas. El sistema nervioso ordena y regula la imagen de la realidad, que no es caprichosa, sino que está relacionada con el ambiente de quien percibe y procesa (UNESCO, 2007)

O posicionamento é claramente contrário à idéia de uma física social, de uma interpretação da existência do sujeito cognoscente com qualquer separação de sua encarnação, ou seja, o “[...] cérebro existe no corpo, o corpo existe no mundo e o organismo age, se mexe, caça, reproduz-se, sonha, imagina. E é dessa atividade permanente que emergem o sentido do seu mundo e as coisas” (VARELA, 1998, p. 110).

Para Varela (1998), a lógica fundadora do sistema neuronal está na circularidade percepção-ação que é, segundo o pesquisador, uma articulação necessária para a aquisição da capacidade de abstração, sendo que em termos evolutivos o desenvolvimento do sistema neuronal nos animais se fez ao longo de 1,5 bilhão de anos, a partir da necessidade dos mesmos locomoverem-se para poder sobreviver, sendo a locomoção sua lógica constitutiva (circularidade percepção-ação), ou seja, no “[...] plano evolutivo, o sistema neuronal apareceu assim, ligando sensores e músculos, e essas ligações formam o cérebro” (VARELA, 1998).

A “deriva doce”, segundo Varela, modo pelo qual o homem transforma o mundo está diretamente relacionada com o fazer nosso trabalho de manutenção da viabilidade, sendo que o recente surgimento da linguagem, acerca de um milhão de anos atrás, conferiu uma capacidade reflexiva ao homem, ou seja: “É a experiência de referir-se a si mesmo, de referir-se à própria experiência” (VARELA, 1998). Dessa capacidade reflexiva derivou a existência da consciência, ainda que outros animais e próprio homem, de certo modo, possuam uma consciência primária, não reflexiva, o que ocorre no andar, no equilibrar-se, no pular etc. Assim, o que parece próprio ao homem é a existência de uma consciência reflexiva.

Segundo o autor, esta relação intrínseca entre experiência, linguagem, reflexão e consciência tem como liga necessária a linguagem, pois: “[...] sem linguagem não há capacidade reflexiva” (VARELA, 1998). O surgimento da consciência, por seu turno, ocorre, segundo Varela, porque

[...] tinha, entre todas as possibilidades, a de emergir. É um efeito de situação. Isso poderia ter acontecido ou não. Há um lado muito aleatório, no mundo, ligado à noção de evolução doce ou deriva evocada acima. É como se a ontologia do mundo fosse muito feminina, uma ontologia de permissividade, de possibilidade. Enquanto é possível, é possível. Não preciso procurar justificá-la por meio de uma "otimalidade" ideal. No meio de tudo isso, a vida atrai as possibilidades, ela bricola. (VARELA, 1998, 112)

Nessa direção, o autor aponta as reais possibilidades de emergência de máquinas dotadas de uma “identidade de tipo sensório-motora ou de uma consciência artificial” (p. 8), o que, para ele, implica no estabelecimento de discussões éticas (sobre desejável) e não puramente científicas (sobre o possível), pois a emergência de robôs com desenvolvimento sensório-motor razoável, mediante o uso de módulos cognitivos inter-relacionados, tem interesse e utilidade para as ambições humanas que operam no estabelecimento da emulação de uma inteligência e de uma consciência primária artificiais.

Em outro foco de análise é importante assinalar que a consciência torna-se um dado de realidade, suportada por uma rede neural natural, a humanidade, por meio da linguagem e da educação, inicia-se em um processo de produção e também de disseminação de saberes de toda ordem. Assim, didaticamente, Laville e Dionne (1999) classificam o saber como de ordem espontânea e racional. O saber espontâneo subdivide-se em intuição, autoridade e tradição e o saber racional é o território por excelência da ciência.

O saber da intuição é ancorado na observação que o homem faz do mundo, gerando um conhecimento útil e que lhe dá condições de viabilidade, de sobrevivência. Por outro lado, o saber da tradição é um desdobramento do saber da intuição, pois ao elaborar explicações que parecem suficientes, o homem cria mecanismos lingüísticos e situacionais de transmissão dessas explicações.

Ainda no universo do saber espontâneo, Laville e Dionne (1999) apresentam a noção do saber de autoridade que se estabelece em um processo de controle da disseminação das tradições por instituições sociais claramente estabelecidas, tais como as provenientes da organização religiosa (p. 20) e mesmo do Estado, em diversas situações. Para eles, o “[...] valor do saber imposto repousa, portanto, em nosso consentimento em recebê-lo, e esse consentimento repousa, por sua vez, na confiança que temos naqueles que o veiculam” (p.22).

O saber racional, por seu turno, para Laville e Dionne (1999), contém um esforço de geração de um saber metodicamente elaborado e, portanto, mais confiável, o que, ressalvado o falso dilema entre saber espontâneo e racional, colocou a humanidade em um processo de conferir maior credibilidade às idéias e teorias defendidas no âmbito público. Assim, estratégias de investigação indutivas e dedutivas se materializam de modo diverso em proposições teórico-metodológicas diferentes em relação às ciências de modo geral.

O resultado desse processo de valorização do saber científico e de suas derivações tecnológicas é contraditório, pois, ao lado dos progressos que alongaram as expectativas de vida humana, aumentaram a população e a capacidade instalada de produção de alimentos etc., vêm-se os perigos colocados para o frágil equilíbrio do ecossistema do planeta,

conforme destacou Dupas (2007) em artigo recente, a partir de Martin Rees, da *Royal Society*:

[...] em apenas um instante minúsculo da história da Terra – os últimos cem anos – o padrão de desenvolvimento que escolhemos começou a provocar devastadoras mudanças ambientais no fino e delicado habitat da terra, ameaçando o futuro do homem (DUPAS, 2007, p. 3)

De fato, este tipo de análise aponta para problemas que poderão mobilizar as ações de muitos daqui por diante, pois são questões que colocam em cheque as possibilidades de sobrevivência e, aparentemente, comportam, para seu entendimento e para subsidiar possíveis proposições de solução, um raciocínio complexo e que estabelece conexões morais e sociais amplas, nas quais o papel da educação, das instituições escolares e científicas, das estratégias de formação humana e dos saberes socialmente disseminados ocupa centralidade nos debates e nas possibilidades de ação concreta.

1.2. Informática e cibercultura

Na década de 1960, o termo informática ingressa na língua portuguesa com o significado de “ramo do conhecimento dedicado ao tratamento da informação mediante o uso de computadores e demais dispositivos de processamento de dados” (HOUAISS, 2007). Sinal de um processo de mudança tecnológica e social que desembocaria na chamada revolução da microeletrônica das décadas de 1970-90, em pleno desenvolvimento na atualidade e que se nutre de revolução simultânea e sinérgica no campo da microbiologia (SCHAFF, 1991; CASTELLS, 1996).

Fruto do desenvolvimento da computação que passou de uma fase inicial afeta a mecânica (1620-1944) para uma curta fase eletro-mecânica (1944-46) e, desta, para a fase eletrônica, iniciada em 1946 e em exercício até os tempos atuais, com passagem da válvula (1946) ao transistor (1955) e, deste, ao circuito integrado (1958) que abriu as possibilidades para o desenvolvimento da microeletrônica, nascedouro da chamada sociedade informática (GATTI, 2005, p. 69).

A revolução informática ancora-se na computação que é objetivada pelo funcionamento de microprocessadores (computadores) e micro-controladores dedicados (robótica), ambos cada vez menores e cada vez mais potentes e que se destinam, basicamente, ao processamento de dados, por meio de código binário simples, mas com penetração significativa no universo da administração e da produção de bens materiais e imateriais. Porém, com conseqüências ainda bastante modestas ou mesmo equivocadas no âmbito das instituições escolares, em especial das brasileiras (ALMEIDA, 2005, p. 15-8).

Assim, na informática, os computadores ou outros dispositivos eletrônicos dedicam-se ao processamento de dados, com o objetivo de ordenar, classificar ou efetuar quaisquer transformações nos mesmos, segundo um plano previamente programado, visando à obtenção de um determinado resultado, o que, a princípio, caracteriza o microcomputador como sendo um sistema fechado, pré-programado por sujeitos humanos conscientes.

A idéia de sistema fechado é reforçada pelo estabelecimento de um conjunto de regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos, que levam à solução de um problema em um número finito de etapas: o algoritmo. Termo e procedimento oriundo da matemática e fortemente aplicado à informática.

Na matemática, algoritmo significa uma seqüência finita de regras, raciocínios ou operações que, aplicada a um número finito de dados, permite solucionar classes semelhantes de problemas ou ainda um processo de cálculo, um encadeamento de ações necessárias ao cumprimento de uma tarefa ou mesmo um processo efetivo, que produz uma solução para um problema em um número finito de etapas (HOUAISS, 2007).

Desse modo, pode-se perceber que um algoritmo não representa apenas um programa de computador, mas sim os passos necessários para realizar uma tarefa. Sua implementação pode ser feita por um computador, por outro tipo de autômato ou mesmo por um ser humano, sendo que algoritmos diferenciados podem realizar a mesma tarefa usando um conjunto de instruções específicas e próprias em mais ou menos tempo, em maior ou menor espaço ou mesmo com maior ou menor esforço do que outros, que se deve a complexidade computacional aplicada e que está vinculada a estruturas de dados adequadas ao algoritmo.

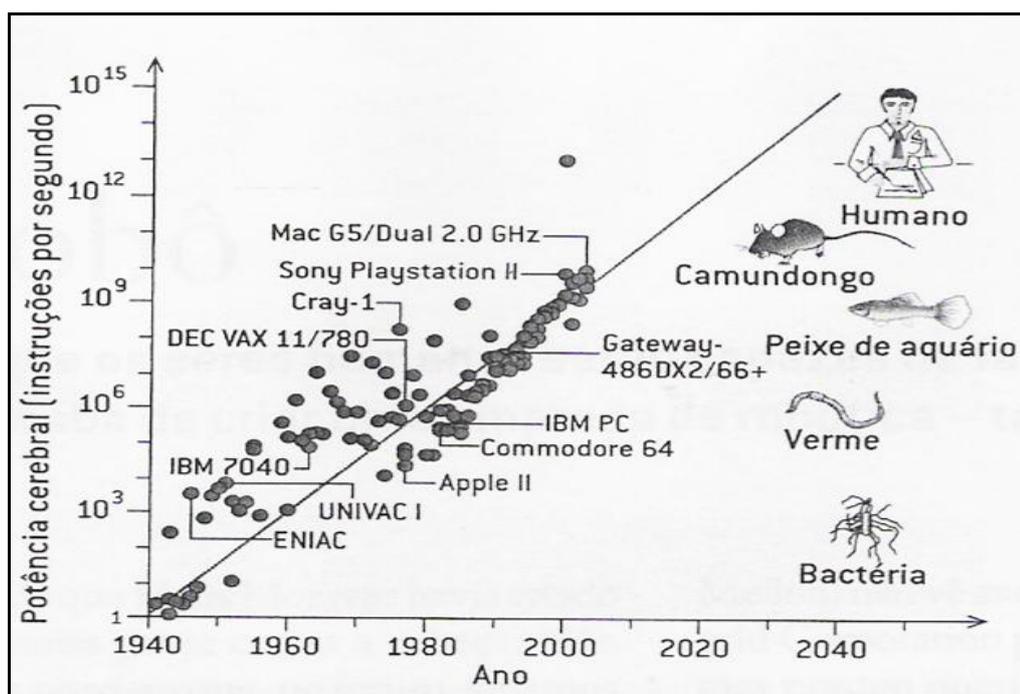
Coaduna-se a noção de algoritmo, a importância assumida pela matemática discreta, comumente chamada de matemática finita, dedicada em grande medida ao estudo dos conjuntos notáveis, que formula conceitos úteis e aplicáveis no âmbito da computação. Conceitos e notações da matemática discreta são largamente utilizados na expressão de objetos ou problemas em algoritmos de computador e linguagens de programação, com aplicações em teoria dos jogos, programação linear, criptografia, teoria da computação etc.

No âmbito da teoria da computação e, em especial, das estratégias para resolução de problemas complexos, as pesquisas e aplicações em inteligência artificial, em certos níveis hierárquicos de abstração tem se valido de algoritmos. Assim, segundo Luger (2004, p. X):

Nos níveis mais baixos dessa hierarquia, as redes neurais, os algoritmos genéticos e outras formas de computação emergente, nos possibilitaram compreender os processos de adaptação, percepção, corporificação e interação com o mundo físico que necessariamente formam a base de qualquer forma de atividade inteligente. Por intermédio de uma solução ainda parcialmente compreendida, esta população caótica de atores cegos e primitivos produz os frios padrões de inferência lógica. Trabalhando neste nível mais alto, os lógicos seguiram [...] traçando esboços da dedução, abdução, indução, manutenção da verdade e inúmeros outros modelos e maneiras de raciocinar. Mesmo em níveis mais altos de abstração, projetistas de sistemas especialistas, de agentes inteligentes e de programas de compreensão de linguagem natural acabaram reconhecendo o papel dos processos sociais na criação, transmissão e manutenção do conhecimento (LUGER, 2004, p. X)

Outro aspecto interessante da forma como os computadores evoluíram em capacidade de processamento no século XX, bem como a forma que poderão evoluir até meados do século XXI pode ser observado no **Gráfico 2**, elaborado a partir das idéias de Hans Moravec que estima que em 2040 o computador possa atingir uma força bruta computacional próxima a existente no cérebro humano.

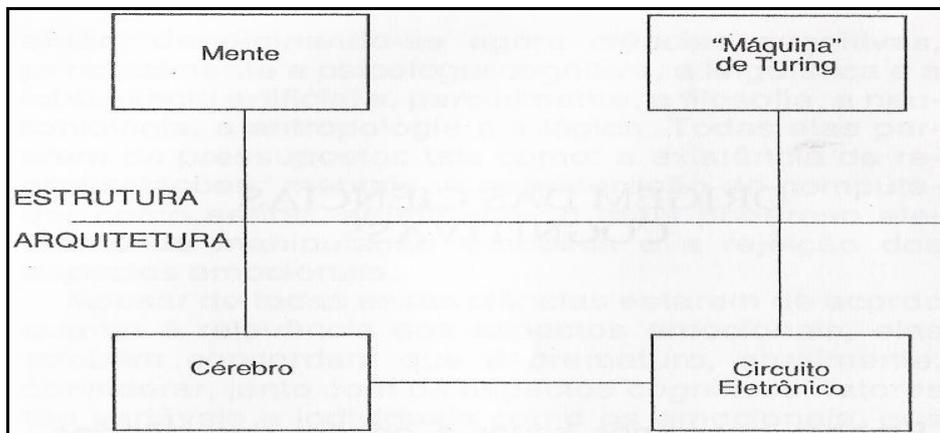
Gráfico 2 – Estimativa de força bruta computacional (1940-2040)



Fonte: WALTER, 2005, p. 17.

As informações apresentadas no **Gráfico 2** permitem adentrar em um território em que as ciências cognitivas e a informática travam algumas disputas, pois, segundo Soares (2000, p. 12-7), têm sido variadas as tentativas de estabelecimento de paradigmas que aproximassem mentes e máquinas, cérebros e circuitos eletrônicos, tal qual se pode expressar nos gráficos **3** e **4** apresentados a seguir:

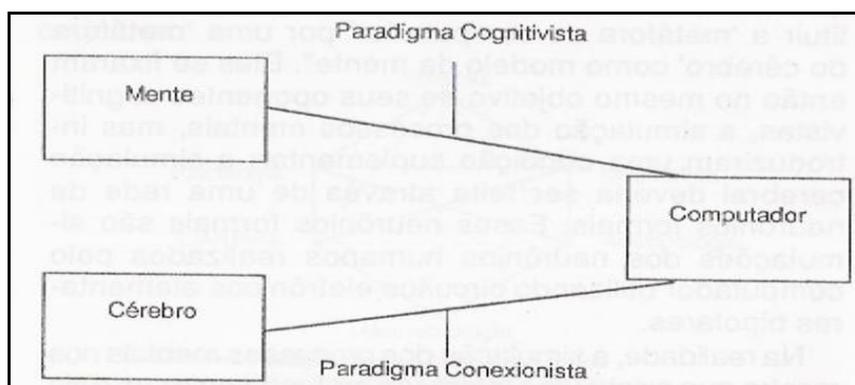
Gráfico 3 – Paradigma de Turing, sobre mentes e máquinas (década de 1930)



Fonte: SOARES, 2000, p. 12

O **Gráfico 3** ilustra a relação entre as partes físicas, cérebro e circuitos eletrônicos, e suas possibilidades, respectivamente, mente como pensamento e a “máquina de Turing” como máquina universal relacionados aos aspectos de memória, estados e transições.

Gráfico 4 – Paradigmas cognitivista e conexionista

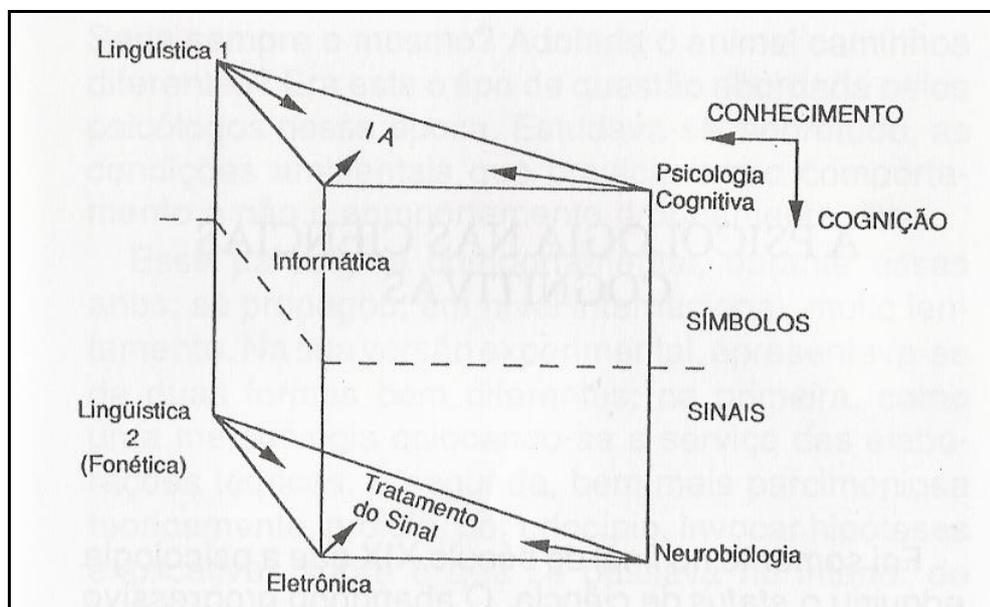


Fonte: SOARES, 2000, p. 13

Simplificadamente, no **Gráfico 4** está demonstrada a diferença substantiva entre os dois paradigmas em disputa, o cognitivista e o conexionista, residindo a mesma, segundo Soares (2000, p. 14), no fato de o primeiro considerar o computador o pólo dominante e o segundo, o cérebro, com desdobramentos em correntes e posições diversificadas que, dado os limites desse trabalho, não serão aprofundadas pelo pesquisador.

A inteligência artificial, por seu turno, é muitas vezes relacionada de modo exclusivo à informática e ao paradigma cognitivista, mas, em verdade, é tematizada também no âmbito do paradigma conexionista, no qual a contribuição interdisciplinar é característica fundamental (SOARES, 2000, p. 16), conforme demonstrado no quadro abaixo.

Gráfico 5 – Relações interdisciplinares no âmbito das ciências cognitivas



Fonte: SOARES, 2000, p. 13.

Depreendem-se dos dados apresentados no **Gráfico 5**, a colaboração e a influência mútua de aquisições de diferentes ciências, mas com tendência a superação da idéia de multidisciplinaridade, com o estabelecimento da difícil prática investigativa

interdisciplinar, o que transparece, por exemplo, no âmbito dos estudos sobre inteligência artificial, mas também das aplicações da mesma em diversas áreas na atualidade:

Vários sistemas especialistas são operacionais; a medicina é um domínio privilegiado de aplicação. Numerosas outras tarefas do tipo diagnóstico de incidentes ou consulta se prestam ao desenvolvimento desses sistemas. O tratamento da linguagem natural e as *interfaces* dialogando na língua do usuário começam a ser bem compreendidos quando o domínio do discurso é restrito a um assunto sobre o qual dispomos de muitos conhecimentos. A robótica pode realizar conexões inteligentes desde a percepção até a ação que se restringe a perceber e agir em um meio ambiente bem estruturado e suficientemente modelizado (SOARES, 2000, p. 61).

O caráter sinérgico da revolução da microeletrônica é visível também no impacto que teve na teoria da comunicação e para o surgimento de novas modalidades e, por conseqüência, novos conceitos que procuram dar inteligibilidade ao dinamismo dos fenômenos precipitados pelas ações humanas, em especial, o processo de convergência de mídias digitais.

Nessa convergência percebe-se um processo de reunião de várias mídias em um suporte computacional, o que pode ser visto, sobretudo, na proposição do World Wide Web como conceito e ferramenta de interligação de computadores ao redor do mundo, com a reunião de documentos textuais, visuais e de áudio em sistemas informacionais.

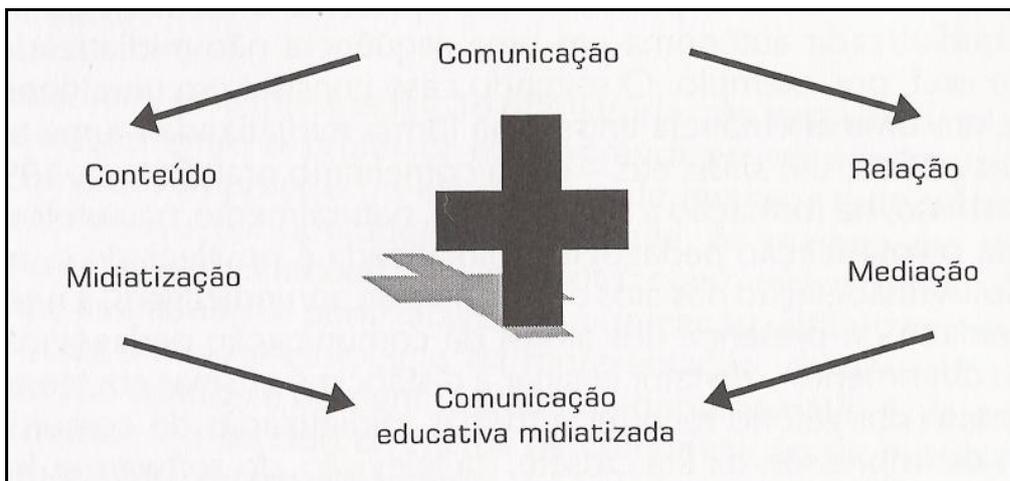
Nesse sentido, a efetivação da hipermídia, com a união dos conceitos de não-linearidade, interface e multimídia em uma só linguagem, com a fusão desses meios a partir de elementos não-lineares, contribui para o engendramento de um novo modo de comunicação e de convivência humana, tomado como cibercultura.

A cibercultura, por seu turno, define as formas de agenciamento social das comunidades no espaço eletrônico virtual, no chamado ciberespaço. Estas comunidades estão ampliando e popularizando a utilização da Internet e outras tecnologias de comunicação, possibilitando a ampliação da aproximação entre pessoas no mundo. Cibercultura e ciberespaço são termos derivados de cibernética que significa o estudo comparativo dos sistemas e mecanismos de controle automático, regulação e comunicação nos seres vivos e nas máquinas, que é o campo a que se vincula boa parte dos esforços de investigação e de aplicação da inteligência artificial.

1.3. Comunicação educativa, aprendizagem eletrônica e educação matemática

O universo da cibercultura é povoado por uma população que se vai ampliando a cada ano, pela força com a qual o novo contingente populacional é incorporado a Internet, devido à expansão do acesso aos computadores pessoais e ao incremento da infra-estrutura de comunicação (GATTI, 2005), o que, entre outras possibilidades comunicativas, potencializa também o aprendizado eletrônico.

Nessa direção, é interessante observar o roteiro que Alava (2002) elaborou ao tratar da temática do ciberespaço em relação às formações abertas e as novas práticas educacionais, conforme apresentado no **Gráfico 6**.

Gráfico 6 – Comunicação educativa, processos de midiatização e de mediação

Fonte: ALAVA, 2002, p. 28.

A distinção operacional entre conteúdo e relação proposta pelo autor é pautada nas necessidades específicas do que chamam de comunicação educativa midiatizada, na qual a midiatização significa o processo pelo qual o conteúdo é difundido pelos meios de comunicação, em um cenário em que a hipermídia se torna tangível e, a mediação, por seu turno, é a forma tomada pela relação entre os sujeitos envolvidos no processo de comunicação e de educação.

Porém, para o autor é importante atentar para a centralidade e para o conjunto de determinações que o dispositivo tecnológico envolvido estabelece para o processo de midiatização e de mediação da prática comunicacional, ou seja, para o caráter prescritivo e ordenador do dispositivo tecnológico.

Nessa direção e mais especificamente quanto às interações humanas mediadas por computadores, Bertrand (2001, p. 101-2) assinala a emergência, na década de 1980, de ambientes hipermidiáticos vinculados a “sistemas inteligentes de ensino”. Emergência oriunda da convergência dos avanços relacionados às tecnologias de comunicação pedagógica e ao conhecimento sobre o funcionamento cognitivo do discente, sendo comum

o trabalho conjunto de cognitivistas e peritos em comunicação. Porém, nesse primeiro momento, na década de 1980, a união de princípios behavioristas da psicologia comportamental com as tecnologias de ensino gerou sistemas inteligentes de tutoria fechados.

Com o advento revolucionário da Internet, amplamente disseminado a partir da década de 1990 houve ruptura com o modelo anterior, de sistemas fechados, por meio da incorporação de um novo paradigma no campo das tecnologias de ensino. Segundo Bertrand (2001, p. 102-3)

A proliferação de investigações cognitivas, a utilização das ligações a hipertextos e a chegada de redes como a *internet*, mudaram radicalmente essa visão do computador e permitiram o nascimento de outra área de pesquisas: a criação de ambientes abertos de aprendizagem e de ensino. Houve quem quisesse responder à seguinte pergunta: como construir um ambiente educativo que tenha mais em conta o funcionamento, relativamente imprevisível e incontrolável, do aluno? As respostas, embora múltiplas e diversas, assentavam em dois princípios comuns: 1) partir do estudante mais que da matéria a ensinar, 2) guiar o estudante nas suas descobertas mais que ensinar-lhes a matéria.

Como características básicas desses ambientes hipermediáticos munidos de sistemas tutores inteligentes e abertos, Bertrand (2001, p. 103) ressalta a variedade das interações possíveis, a modelização aberta, o ambiente independente dos conteúdos, o ensino cooperativo e a hipermediatização das informações. De modo geral, Bertrand (2001, p. 106) considera que houve

[...] um importante fenômeno na evolução dos princípios da tecnologia educativa: as pesquisas e experimentações pedagógicas atribuem um espaço maior a interactividade e as técnicas de apresentação hipermediática do conhecimento. Agora, são as investigações sobre as condições de interactividade aberta, os

hipertextos e os hipermedia, o *software* didático e o funcionamento do estudante, a exploração e a descoberta, que alimentam essa corrente e lhe dão cores cada vez mais “interactivas”.

Por fim, destaca-se a visão de Bertrand (2001, p. 105) quanto ao ambiente de ensino cooperativo, no qual a colaboração entre o docente e os estudantes e entre os próprios estudantes é apontado como característica fundamental.

Assim, as estratégias desenvolvidas na direção da constituição de formas de aprendizado eletrônico (*e-learning*) comportam análises sobre cognição, ensino presencial e a distância e novas tecnologias de comunicação, bem como apontam para um processo de transformação das instituições escolares por todo mundo, com possibilidades significativas de ampliação dos processos de difusão do conhecimento e da informação em termos mais universalizantes.

Em seu desenvolvimento recente, o aprendizado eletrônico, contou com a criação de variados sistemas de gestão do ensino e de aprendizagem ancorados no dispositivo tecnológico fundamentado na rede mundial de computadores (Internet), conhecidos como *Learning Management System* (LMS). Softwares projetados para atuarem como salas de aula virtuais, gerando várias possibilidades de interações entre os seus participantes. Com o desenvolvimento da tecnologia na web, os processos de interação em tempo real passaram a ser uma realidade, permitindo que o aluno tenha contato com o conhecimento, com o professor e com outros alunos, por meio de uma sala de aula virtual.

A interatividade disponibilizada pelas redes de Internet e intranet, segundo a corrente sócio-interacionista, passa a ser encarada como um meio de comunicação entre aprendizes, orientadores e estes com o meio, o que, partindo-se dessa premissa,

proporciona interações nos seguintes níveis: aprendiz/orientador, aprendiz/conteúdo, aprendiz/aprendiz, aprendiz/ambiente.

No meio de interação síncrono, professores e cursistas estão em aula simultaneamente, sendo comumente utilizados os seguintes recursos de comunicação: telefone, chat, videoconferência e web-conferência. Esta é a forma que mais se aproxima da forma de ensino presencial, em especial, na estrutura de custos, de desenvolvimento e de atualização de conteúdo, o que vai sendo potencializado via Voice Over IP (VOIP) entre outras inovações tecnológicas.

Por outro lado, no meio de interação assíncrono, professores e alunos não estão em aula simultaneamente. As interações ocorrem com a utilização de recursos tais como e-mail, fórum e os criados especificamente para ambientes de aprendizagem (murais, bibliotecas, links etc.). Nesta modalidade, a disponibilização de serviços de tutoria tem sido fundamental para a permanência dos alunos e para a resolução de dúvidas de conteúdo.

Porém, nas práticas de aprendizado eletrônico atuais as dimensões síncronas e assíncronas têm sido empregadas de modo integrado tanto nos cursos presenciais como nos a distância, com benefícios perceptíveis, em especial na Educação a Distância (EAD), para a diminuição das taxas de evasão dos cursistas.

No caminho iniciado, outro aspecto interessante a ser tratado diz respeito aos processos de aprendizagem eletrônica colaborativa suportada por computadores, tal qual é a *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW) que é, por definição, um campo de estudos, pesquisas e ações interdisciplinares, dedicado ao exame das formas tomadas pelas tecnologias de informação e de comunicação no sentido de melhorar o desempenho dos

grupos em seu trabalho cotidiano, com a observação tanto das formas de colaboração entre os indivíduos quanto das formas de comunicação utilizadas.

Aqui é importante assinalar que o CSCW trabalha sobre os programas informáticos cujo objetivo é serem usados por grupos cooperativos designados por *groupware*, ou seja, *softwares* para grupos de trabalho que são aplicativos destinados a auxiliar grupos de usuários que trabalham juntos em rede ou de forma cooperativa. Genericamente, pode-se considerar o *groupware* como sendo *software* que suporta CSCW, sendo que as aplicações *groupware* mais antigas e conhecidas dos públicos são o correio eletrônico (*e-mail*), os grupos de discussão (*newsgroup*) e os sistemas de mensagens curtas, como o ICQ (sigla que é um acrônimo baseado na pronúncia das letras em inglês, *I Seek You*) e o MSN Messenger.

Aspecto importante para os *groupware* é a existência de um ambiente partilhado pelos vários elementos do grupo. Este ambiente partilhado coexiste normalmente com ambientes privados de cada um dos elementos do grupo, o que implica possuir diferentes mecanismos de gestão de acesso à informação, com aplicação em diversos campos que incluem o projeto e o desenvolvimento de *software*, a coordenação de processos de trabalho, os processos de ensino e de aprendizagem, a arquitetura, as diversas engenharias, a medicina etc.

Caso tomemos a educação de modo geral e a educação matemática de modo particular, a aplicação do aprendizado eletrônico é, há algum tempo, uma realidade materializada em diversas iniciativas. Porém, a compreensão da natureza da Educação Matemática envolve a compreensão de que se trata de um conhecimento de fronteira, no qual pesquisadores e professores das áreas de Matemática, Pedagogia, Psicologia,

Informática, Inteligência Artificial etc, colaboram na produção de novos conhecimentos e na compreensão e proposição de mudanças das práticas de ensino vigentes.

As preocupações com a Educação Matemática remontam a década de 1950, momento em que em escala mundial, ocorre um aprofundamento das preocupações com a formação das novas gerações com mentalidade mais científica e vinculada aos interesses do desenvolvimento científico e tecnológico em meio ao cenário da Guerra Fria.

Dessas preocupações derivam posicionamentos que integram correntes da Educação Matemática que incluem os comportamentalistas, gestaltistas, estruturalistas, construtivistas, bem como propostas na direção de metodologias de resolução de problemas e de modelagem. Ambrósio (2003), afirma que:

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos teóricos e, associados a esses, técnicas, habilidades (*teorias, techné, ticas*) para explicar, entender, conhecer, aprender (*matema*), para saber e fazer como resposta a necessidades de sobrevivência e de transcendência, em ambientes naturais, sociais e culturais (*etnos*) os mais diversos. Daí chamamos o exposto acima de *programa etnomatemática*. O nome sugere o *corpus* de conhecimento reconhecido academicamente como matemática (p. 27).

De fato, esta visão inovadora da Educação Matemática que teve desdobramentos investigativos consistentes em diversos países comporta uma visão antropológica forte na direção do conhecimento e, em especial, do conhecimento matemático, o que serve de base para a investigação em curso, pois as possibilidades de automação, por meio do emprego de sistemas tutores inteligentes, não significa desconsiderar os sujeitos que interagem no

processo de aprendizagem, considerando, sobretudo, que os princípios pedagógicos sobre os quais se assenta a análise do emprego dessa tecnologia de inteligência artificial no processo de ensino e de aprendizagem, toma o sujeito como possuidor de diferentes experiências de vida, sobre as quais reflete e toma consciência do mundo, o que significa que o recurso a computação está submetido à necessidade de melhor interagir com o aluno, de determinar com mais propriedade o que ele já tem de conhecimento construído sobre um determinado assunto, para poder melhor orientá-lo em seu processo de construção de conhecimento.

* * *

O próximo capítulo é dedicado à análise da dimensão do aprendizado eletrônico, por meio do estudo sobre os ambientes e os sistemas de aprendizagem eletrônico, em especial do Moodle.

Capítulo 2

Dimensões do aprendizado eletrônico: contexto histórico e sistemas de gerenciamento do ensino e da aprendizagem

A tecnologia tem proporcionado profundas mudanças nos aspectos culturais, sociais e educacionais, afetando sobremaneira o cotidiano das pessoas. Pode-se observar isso nos conteúdos das conversas realizadas entre as pessoas, na velocidade com quais as informações são disseminadas na sociedade. Esse poder e velocidade de disseminação fomentam novas necessidades intelectuais, seja para dar conta das mudanças, seja para acompanhar o progresso ou mesmo para possibilitar a construção e o desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações.

Sinteticamente, pode-se afirmar que o computador tem engendrado uma nova forma de vida cotidiana, pois, dificilmente vê-se em qualquer setor produtivo uma ou outra fase em que não ocorra a participação de tecnologias digitais.

No que diz respeito à aprendizagem, por exemplo, em especial no modelo construtivista, no qual o uso de ferramentas computacionais faz-se essencial, cada vez mais o emprego de computadores em salas de aula tem se tornado cotidiano. As possibilidades e a realidade do desenvolvimento e da utilização de softwares educacionais, seqüências didáticas bem elaboradas e motivadoras tem surtido, em alguns casos, efeitos positivos

Uma nova modalidade de *software* surgiu, por um lado, integrando as ferramentas usadas na Internet, tais como e-mail, fórum de discussão, chat (bate papo em tempo real), compartilhamento de arquivos e integração de grupos com de interesse comuns.

Por outro lado, as possibilidades computacionais de simulação, das ferramentas específicas de aprendizagem, das possibilidades de virtualização do mundo real e das formas de interação com as informações apresentadas. Características que, ao focarem a aprendizagem, são comumente designadas por ambientes de aprendizagem computadorizados, com possibilidades de cooperação e de colaboração entre os usuários desse mesmo ambiente.

Neste sentido, os ambientes podem ser genéricos, isto é, para o desenvolvimento de quaisquer ações de aprendizagem ou podem ser específicos, com um objetivo focado, isto é, para o aprendizado de um assunto particular.

Muitas iniciativas, para desenvolver ambientes de aprendizagem, são iniciadas seja em projetos locais, para uso institucional ou em projetos para disseminação junto a toda uma comunidade. A principal forma de padronização desses ambientes é conhecida como o *Learning Management System* (LMS), em português, sistemas de gerenciamento de aprendizagem, o que facilita a produção de materiais didáticos, bem como a produção de

cursos e treinamentos inteiros. Alguns bastante conhecidos na área, tais como *BlackBoard*, *Moodle*, Teleduc e TIDIA-ae.

Esses ambientes e gerenciadores de aprendizagem viabilizam uma EAD (Educação a distância) muito mais eficiente e, tendo um dispositivo (computador, palm, celular) conectado a internet, com abrangência territorial planetária.

2.1. Contexto histórico

As primeiras iniciativas em sistemas de aprendizagem automatizados datam do início do século XIX, por meio do ensino de taquigrafia, incluindo implantação na modalidade a distância. Com a evolução da tecnologia computacional, no século XX, novas formas de pensar a aprendizagem são pesquisadas e desenvolvidas.

As teorias de aprendizagem entram nesse estudo como uma veia balizadora para traçar uma cronologia histórica dos desenvolvimentos das tecnologias usadas na educação.

Uma tendência usada para agrupar as teorias descritas como construtivistas, traçando uma trajetória herdada do trabalho de Piaget, pode focar no desenvolvimento do raciocínio vindo do indivíduo, envolvendo construções ativas do conhecimento pessoal ou coletivo, advindos de relações individuais com objetos materiais, simbolismos particulares, com práticas sociais e simbolismos coletivos.

Outra tendência, inspirada em Vygotsky, nas teorias sócio-culturais, envolvendo o plano social para conduzir à aprendizagem e o desenvolvimento intelectual.

Um dos representantes mais significativos da história do uso do computador na educação foi Seymour Papert, em meados da década de 1960, que havia trabalhado com Piaget, na Suíça. Juntamente com Marvin Minsky fundou o Laboratório de Inteligência Artificial do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e, em parceria com Bolt, Beranek e Newman, sob a liderança de Feurzeig, criou, em 1967, a primeira versão do Logo (LOGO FOUNDATION, 2007).

A grande preocupação dos pesquisadores sempre foi a busca por melhorar e propiciar o aprendizado. Nessa direção, Means *et. al.* (1993), enumerou sete variáveis relacionadas com a aprendizagem ser atrativa. No quadro a seguir pode-se observar essas variáveis:

Quadro 1 - Comparação entre ambientes de aprendizagem atrativos e tradicionais

	Ambientes de Aprendizagem Atrativos	Ambientes de Aprendizagem Tradicionais
1	Estudantes são atraídos por tarefas autênticas e multidisciplinares.	Estudantes são “Lousas vazias” no qual os professores entalham de informações.
2	A participação do estudante é interativa.	O estudante senta passivamente e absorve a informação.
3	O trabalho do estudante é colaborativo.	Os estudantes trabalham sozinhos.
4	Estudantes são agrupados heterogeneamente.	Os estudantes são agrupados homogeneamente.
5	Estudantes aprendem através da exploração.	Os estudantes aprendem baseados na aderência estrita ao currículo fixado.
6	O professor é um facilitador.	O professor “comunica” o conhecimento específico para os estudantes.
7	A avaliação é baseada no desempenho dos estudantes em tarefas reais.	A avaliação significa testar no qual é separado do ensino.

Fonte: LEARNING POINT ASSOCIATES, 2007.

Segundo Eichler e Pino (2006, p 10), a partir de Pedretti *et al.*, no projeto *Technology-Enhanced Secondary Science Instruction* (TESSI), implantado no Canadá, na década de 1990, os estudantes avaliaram positivamente o uso da tecnologia. Porém,

salientaram preferir aprender ciências sem a utilização exclusiva de tecnologias multimídias, pois, para eles, laboratórios e computadores devem se complementar.

Algumas iniciativas para minimizar a distância entre a teoria e prática em laboratórios foram os desenvolvimentos de Laboratórios Virtuais acessíveis pela Web (*Weblabs*), por meio da criação da possibilidade de experimentos reais, mas executados a distância. Com essa concepção, os membros do TIDIA-KyaTera, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), investem e investigam as possibilidades advindas da implementação de vários WebLabs, alguns deles já disponíveis, mas ainda limitados aos experimentos da área de engenharia.

Em um país como o Brasil, com dimensões continentais e dificuldades de locomoção, a modalidade de educação a distância surgiu como uma forma e uma possibilidade de disseminação do conhecimento. Outras modalidades comunicativas poderão agregar na construção de comunidades científicas mais próximas e informadas.

Neste contexto, dois programas de âmbito nacional foram concebidos: o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), do Ministério da Educação, criado em 1997, com ações no sentido da promoção de cursos de especialização em informática educativa, bem como na instalação de laboratórios de informática nas escolas públicas de todo o país; o Programa Sociedade da Informação (SOCINFO), do Ministério da Ciência e Tecnologia, lançado em 2000, para criar condições básicas para o engajamento da sociedade no mercado das tecnologias da informação e alavancar os segmentos produtivos.

Ainda no contexto histórico, nos itens que seguem, tratar-se-ão de duas vertentes emancipadoras sobre as tecnologias na educação. Em uma delas, da abordagem dos recursos tecnológicos aplicados na educação, discorrendo sobre aspectos técnicos e, na

outra, da abordagem dos ambientes de aprendizagem, com a análise da forma como esses recursos tecnológicos foram sendo introduzidos e se interagiram com os demais.

2.1.1. Recursos tecnológicos aplicados à educação

A tecnologia tem seu envolvimento na educação, originalmente, no desenvolvimento de equipamentos, bem como de elementos que seriam utilizados em experimentos efetuados em laboratórios.³

Nos séculos XVIII e XIX, viu-se o desenvolvimento científico alcançar grandes avanços em todas as áreas de conhecimento, nas engenharias, nas ciências da vida, na física e na educação.

O uso do computador como ferramenta tecnológica na educação teve seus primeiros usos significativos nos anos 60 do Século XX. Nesse período, como apontado anteriormente, Seymour Papert introduz a linguagem Logo, que mais tarde foi e ainda é utilizada para ensinar programação para as crianças, bem como o conceito de micro-mundo.

³ Para efeito desse trabalho não se toma à locução tecnologia educacional em seu sentido amplo, mas sim, de modo restrito, relacionada ao uso de artefatos materiais específicos para o encaminhamento das aulas.

O computador também ganha seu papel nas possibilidades de reproduzir situações físicas reais, por meio de simulações. Muitos *softwares* educacionais foram desenvolvidos para todas as áreas, desde uma aplicação multimídia tratando da História do Brasil até *softwares* complexos para análise estatística de uma ação comunitária, ou simulação de resultados de uma guerra atômica.

Uma mudança significativa foi a expansão do uso da computação para e na sala de aula, pois a convergência de mídias digitais possibilitou o uso de vídeo, sons, imagens, textos e acesso a internet tudo em apenas um aparelho.

No estudo intitulado *Using technology to support education reform* (MEANS *et al.*, 2007), elaborado originariamente em 1993, para o Departamento de Educação Norte-Americano, foi exposta uma série de características e propriedades de recursos e de tecnologias que deveriam ser suportados para executar a reforma educacional.

No segundo capítulo do referido estudo, foram focados justamente as questões das tecnologias educacionais, afirmando que a tecnologia é uma complexa combinação envolvendo recursos de *hardware* e *software* e fazendo um histórico da situação das tecnologias para aquele momento de mudança.

Seguiu uma categorização básica dividida em: tutoriais, exploratórias, aplicações e comunicações, sendo que no quadro a seguir estão apresentadas algumas dessas características.

Quadro 2 - Tecnologias educacionais

<i>Educational Technologies - Tecnologias Educacionais</i>		
<p><i>Technologies for Tutorial Learning</i> Elementos para exposição de conteúdos e controles de atividades.</p>	<p><i>Computer-Based Technologies</i> <i>Computer-Assisted Instruction</i> CAI - Sistemas de computador estruturados caracterizados por avaliar o estudante, lições ramificadas e manter registros dos estudantes. ILS (<i>Integrated Learning System</i>) – são sistemas CAI integrados por redes. <i>Intelligent Computer-Assisted Instruction</i> Sistemas que geravam tarefas conforme o nível do aluno. Tutor em Geometria. 1985</p>	
	<p><i>Distance-Learning with One-Way Transmission</i> Transmissão de instruções via rádio, TV e TV a cabo. Não permitia interatividade.</p>	
	<p><i>Videodiscs</i> Tecnologia de videodisco combinando as características de vídeo com a flexibilidade de um computador que ermitiu interação.</p>	
<p><i>Technologies for Exploratory Learning</i> Elementos para permitir que o estudante explore, descubra, interaja com os conteúdos.</p>	<p><i>Electronic Databases</i> Trabalhos de referência eletrônicos proporcionam os estudantes um modo para acessar grandes quantidades de informação de maneira rápida e selecionada. Além de servir como sistemas de recuperação de informação, bancos de dados eletrônicos podem prover aos estudantes capacidades de organizar e manipular dados.</p>	
	<p><i>Computer-Based Exploratory Applications</i> Laboratórios baseados em microcomputador e micro mundos dispuseram as ferramentas dos cientistas à disposição de estudantes permitindo ocupar-se de investigação científica com fenômenos da vida real. Simulações criam micro mundos que imitam fenômenos da vida real permitindo aos estudantes explorar e manipular sistemas complexos. Inclusão do Logo.</p>	
	<p><i>Video Exploratory Applications</i> Uso do vídeo para transpor os limites das disciplinas.</p>	
<p><i>Technology as Applications</i> Elementos para permitir que os estudantes produzam resultados, como editores de textos, etc.</p>	<p><i>Word Processing and Related Applications</i> Editores de textos e aplicações para apresentações.</p>	
	<p><i>Hypermedia Tools</i> Ferramentas para produção e autoria de Hipermissão.</p>	
	<p><i>Video Production</i> Popularização do vídeos cassetes, permitem aos professores propor uma análise mais crítica da realidade. Os estudantes podem produzir material multimídia, com vídeo, textos, etc.</p>	
<p><i>Technologies for Communication</i> Elementos que permitam a interação entre estudantes e professores.</p>	<p><i>Computer Networks</i> Redes de computadores permitiram a integração e interação entre toda a comunidade.</p>	
	<p><i>Videotapes</i> Troca de vídeos por correspondência.</p>	
	<p><i>Interactive Learning at a Distance</i> Possibilidade de interatividade a distância. Sejam por transmissão através de fibras ópticas, microondas ou canais de satélites.</p>	<p><i>Two-Way Video/Two-Way Áudio</i></p>
		<p><i>One-Way Video/Two-Way Áudio</i></p>
		<p><i>Telephone and Voicemail</i></p>
		<p><i>Star Schools Program</i></p>
<p><i>State and Regional Distance Learning Initiatives</i></p>		

Fontes: MEANS *et al.*, 2007.

Ao resgatar estas tecnologias, percebe-se que as categorias educacionais escolhidas pouco foram alteradas, como tutoriais, exploratórias, aplicações e comunicações. A grande mudança que afetou as formas de envolvimento das mesmas, dizem respeito aos avanços tecnológicos. Nas últimas décadas verificaram-se mudanças tecnológicas sem precedentes, com aperfeiçoamento das formas de comunicação, produção, interação e distribuição da informação, comumente chamadas de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). A seguir, destaca-se um conjunto de tecnologias utilizadas na educação, a saber:

- a. Micro-mundo: ambiente fechado e controlado que propicia o desenvolvimento construtivista (vide Piaget), um mini-mundo é oferecido, permitindo a sua exploração testando hipóteses, descobrindo fatores de verdade ou falsidade sobre esse mundo. Exemplo: Logo.
- b. Simulação: ambiente fechado que propicia a verificação e a percepção de uma situação do mundo real, com suas variáveis controladas, mas com poucos recursos de interação. Exemplo: funcionamento de uma panela de pressão.
- c. Aprendizado dinâmico: uso de softwares educacionais que possibilitem ações e movimentos dinâmicos em exemplos até então estáticos e de difícil abstração para os estudantes. Cria-se um ambiente que propicia a análise, o desenvolvimento da percepção de estudos e elementos de comparação entre os resultados e situações apresentadas. Exemplo: Cabri-Géomètre.
- d. Tratamento de conteúdos: softwares multimídias que trazem conteúdos nos formatos: texto, imagem, vídeo, animações e sons.

O surgimento da hipermídia agregou as possibilidades interativas, com isso o conteúdo apresentado não precisa mais ser linear, isto é, com características não-lineares o usuário pode navegar pelo conteúdo construindo seus conhecimentos. Exemplo: enciclopédias digitais.

- e. Jogos digitais: o uso de jogos propicia o desenvolvimento mental e motor dos estudantes, pois a possibilidade de causar o desafio atua como fonte motivadora de descoberta.

- f. Rede de computadores e internet: essa tecnologia foi a mais agregadora de todas, pois permitiu a troca de informações entre os estudantes, construções colaborativas e cooperativas, divulgação e disponibilização da informação, bem como o acesso a informação de qualquer lugar do mundo. A rede vem criando novas possibilidades no ensino a distância, com muitos recursos facilitadores do ponto de vista comunicativo. Novas tecnologias de redes como WIFI conexão dos computadores sem a necessidade de ligações com fio e mesmo o BLUETOOTH para ligação de periféricos e montagem de mini-redes próximas que permitirão a integração de telefones celulares, aparelhos de som, câmeras digitais e outros.

- g. Sistemas avaliativos: o assunto avaliação envolve muitas teorias e concepções que não serão discutidos no âmbito deste trabalho, mas o que predomina atualmente são softwares que auxiliam em

avaliações, permitindo a criação de questionários, “quiz” (espécie de jogo de perguntas e respostas), algumas empresas de certificações fazem suas avaliações apenas através de perguntas e respostas pelo computador. Exemplo: certificação CNNA da Cisco.

- h. Recursos audiovisuais: foram desenvolvidos novos recursos áudio visuais para uso em aula e em apresentações. Os softwares de apresentação possibilitam novas formas de preparar e apresentar um conteúdo tornando-o mais atrativo e empolgante. O desenvolvimento de projetores multimídias agregou mobilidade e qualidade para as apresentações. Exemplo: Microsoft Powerpoint e projetor.
- i. Vídeo-aula: o uso de distribuição de vídeo-aulas para as escolas dotadas de recurso como videocassete e televisão, mais atualmente distribuição de DVD.
- j. Broadcast via Satélite: sistema de distribuição de vídeo-aulas via conexão de satélite, em um sistema broadcast, sendo necessário que as escolas estejam munidas de antena parabólica, aparelho receptor e televisão.
- k. Objetos de aprendizagem: em uma visão geral são pequenos módulos de conhecimento, reutilizáveis e adaptáveis disponibilizados para demonstrar conceitos, conteúdos de

aprendizagem, simulações, exercícios e tudo que se puder perceber como uma célula de conhecimento a ser tratado.

1. Comunicação: correio eletrônico, listas de discussões, fóruns eletrônicos são exemplos de tecnologias que permitem a troca de informação entre as pessoas de forma assíncrona. E sistemas de conversa on-line, isto é, em tempo real também conhecida como comunicação síncrona, seja escrito ou oral, representadas pelos chats (bate papos), comunicadores instantâneos (YAHOO, MESSENGER, MSN, SKYPE).

A sociedade recebe cada vez mais cedo os artefatos tecnológicos carregados de grande capacidade de recursos hipermediáticos e com usabilidade para a realização de tarefas consideradas complexas. Este acesso ocorre com grande facilidade pelas crianças, que concretamente estão mais abertas às novas tecnologias.

Percebe-se, desse modo, que as instituições de ensino escolar e os professores devem possuir um preparo diferenciado e atualizado para usufruir dessas novas tecnologias e ter domínio sobre o potencial que pode ser exigido dos estudantes. Essas tecnologias auxiliam em fases de diagnósticos, análises e atuação na instrução.

2.1.2. Histórico dos ambientes de aprendizagem

Os ambientes de aprendizagem não deixam de ser um recurso tecnológico para a educação, mas eles recebem um tratamento mais apurado por tentarem agregar grande

parte das tecnologias e recursos focados em uma convergência dos recursos e na criação de novos mecanismos educacionais.

Em um ambiente virtual de aprendizagem, ao configurar um conjunto de recursos um controle ambiental deverá ser introduzido na ferramenta com a finalidade de manter a coesão dos objetivos do aprendizado pretendido. Muitos sistemas surgiram com o propósito de oferecer recursos computacionais para a aprendizagem, no quadro a seguir identificaram-se algumas siglas relacionadas:

Quadro 3 - Listagem de siglas de ambientes de aprendizagem

Sigla	Significado
<i>CAI</i>	<i>Computer-Assisted Instruction</i>
<i>CSCL</i>	<i>Computer-Supported Collaborative Learning</i>
<i>ICAI</i>	<i>Intelligent Computer-Assisted Instruction</i>
<i>ILS</i>	<i>Integrated Learning Systems</i>
<i>ITS</i>	<i>Intelligent Tutoring Systems</i>
<i>LCMS</i>	<i>Learning Content Management System</i>
<i>LMS</i>	<i>Learning Management System</i>
<i>M-Learning</i>	<i>Mobile Learning</i>
<i>TMS</i>	<i>Training Management System</i>

Fonte: <http://people.dsv.su.se/~klas/Learn/index.html>, acessado em 12/06/2006

No próximo quadro apresentado estão listados alguns eventos destacados no tempo no que se refere aos ambientes de aprendizagem.

Quadro 4 – Eventos importantes no histórico dos ambientes de aprendizagem

Década	Eventos
1940	Idéias do hipertexto (memex) Texto sobre a comunicação entre humano e máquina.
1950	Transmissão de programas educativos pela televisão Ensino de aritmética binária com computador IBM 650
1960	PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations) Sketchpad, primeira interface gráfica para computador Descrição de um Tutor Interativo Primeiro protótipo do mouse São usados os termos hipertexto e hipermídia pela primeira vez, por Ted Nelson. Primeiros movimentos instrução assistida por computador, também na França.

	<p>Sistemas de autoria para disponibilizar conteúdos. Primeiras investidas em programação orientada a objetos. Desenvolvimento da ARPANet Linguagem Logo.</p>
Década	Eventos
1970	<p>Um sistema de gerenciamento de aprendizagem foi desenvolvido em Londres. Criação do programa nacional de aprendizagem assistida pro computador para a Inglaterra. Cursos baseados em computadores de Lógica e Teoria dos conjuntos, desenvolvido por Patrick Suppes. Linguagem SmallTalk, Interface Gráfica para o Usuário (GUI – Graphic User Interface), desenvolvidas na Xerox em Palo Alto. Primeiro Simpósio de tecnologia instrucional no Canadá. Sistema de informação integrado para os estudantes da Universidade de Trinity no Texas. Pesquisas sobre comunicação mediada por computador com aplicabilidade em Sala de aula virtual. Primeira revista sobre computador Creative Computing. E editou o artigo Aprendendo com Jogos de computador. Em artigo de Karl Zinn, são descritos os usos dos microcomputadores na Universidade de Michigan. O uso incluía editore de texto, extensão de experimentos de laboratórios, simulação, jogos, tutoriais para os usuários e habilidades construtivas com computadores.</p>
1980	<p>O ambiente Successmaker. Projeto piloto da Universidade Aberta com o sistema OPTEL. Lançamento do livro "Mindstorms: children, computers, and powerful ideas". (New York: Basic Books) pelo Seymour Papert. O sistema TLM lançado em 1980, podia ser acessado remotamente por dial-up. E foi originalmente chamado de LMS. Bitnet é fundada num consorsocio entre universidades americanas e canadenses permitindo a comunicação educacional e troca de emails. Projeto Edutech imlementou o PIES um sistema educacional interativo online, para o projeto PILOT que usou o paradigma de arquitetura cliente-servidor. Invenção do MUPID um equipamento para VideoTexto, por Herman Maurer Projeto Athena do MIT Criação do software ToolBook por Paul Allen. A NSF com Patrick Suppes desenvolvem o curso de cálculo no computador. Desenvolvimento do ListServ, serviço de listas de discussão por email, por Eric Thomas. Ferramenta de autoria Authorware. Software Mathematica por Stephen Wolfram. World Wide Web é proposto por Tim Berners-Lee. Publicação do livro "The Matrix: Computer Networks and Conferencing Systems Worldwide" (Digital Press, 1989) Lançamento do Lotus Notes com recursos revolucionados para época.</p>

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_virtual_learning_environments, acessado em 23/09/2006

Com a disseminação da EAD, muitos ambientes foram desenvolvidos. No Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), da UNICAMP, em 1996, foi desenvolvido o TelEduc, amplamente difundido nos ambientes acadêmicos. Pode ser encontrado em uso por várias universidades brasileiras.

O portal *Universia*, que utiliza o TelEduc, é uma rede a qual se integram 985 universidades, de onze países diferentes, incluindo: Argentina, Brasil, Espanha, Chile, Colômbia, México, Peru, Porto Rico, Portugal, Uruguai e Venezuela. Congrega aproximadamente 87% da comunidade universitária da região, que tem como parceiro financeiro-estratégico o Grupo Santander Central Hispano. Uma das formas de integrar esta rede é o Portal Universia, que oferece conteúdos e serviços a seis segmentos da comunidade acadêmica (Pré-Universitários, Universitários, Pós-Universitários, Docentes, Gestores e Pesquisadores).

Existem outros ambientes como *AulaNet*, *WebCT* que, recentemente, uniu suas operações com o ambiente *BlackBoard*. Porém, o ambiente que mais cresce em usabilidade é o *MOODLE*.

A análise preliminar desses ambientes em termos de recursos, evidência que todos são bem abastecidos, com pequenas variações, mas um quesito que vem causando uma grande mudança no mundo da computação é a questão de se utilizar de um *software* proprietário e pago ou um *software open-source*, isto é, de códigos abertos, sendo que essa batalha sobre os termos de licenças ainda deve demorar um pouco para se resolver. O importante é que os aplicativos *open-source* são aperfeiçoados pela comunidade de usuários e podem ser personalizados para a sua necessidade.

2.2. Os ambientes virtuais de aprendizagem

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) são um conjunto de *softwares*, aplicativos, banco de dados, e servidores de aplicações, sendo executados coordenadamente para permitir o desenvolvimento de aprendizagem assistidas por computadores.

Em lugar da visão tecnicista, segundo Tirado (2002), a partir de Harassim (1989), os AVA são espaços tecnologicamente possibilitados nos quais acontecem interação entre as pessoas. As atividades de aprendizado colaborativo pressupõem estruturas de tarefas cooperativas baseadas na ativa participação e na interação dos participantes para atingir um objetivo comum.

Os AVA são utilizados tanto para cursos a distância quanto como sistemas de apoio aos cursos presenciais. Neste sentido, percebe-se a necessidade de diferenciar um curso a distância de um curso presencial, pelo seu caráter motivacional, pelo perfil dos estudantes e pela proposta do aprendizado. Em uma AVA os elementos que caracterizam seu uso foram listados a seguir com a finalidade de ilustrar essa tecnologia educacional para produção de cursos. Os elementos são:

- a. Conteúdo instrucional - deve ser “hipermidiatilizado”, isto é, carregado de recursos midiáticos (texto, vídeo, áudio, interações), alguns objetos de aprendizagem também merecem ser utilizados para contextualização do conteúdo.

- Os jogos eletrônicos estão ganhando um aspecto científico, com muitos grupos estudando todos os seus princípios, formas de construção, áreas de atuação e questões sobre os jogos digitais como atividade pedagógica.
- b. Interatividade – o AVA favorecem os momentos de interação entre os envolvidos no processo de aprendizagem e gerenciamento em um ambiente virtual de aprendizagem. Uma possível lista de envolvidos: os estudantes (alunos, aprendizes); os professores (tutores, monitores, conteúdistas, pedagogos); a equipe de apoio técnico (webdesigners, ilustradores); os gerenciadores do ambiente (operadores do sistema, de backups, de banco de dados, de redes); a equipe de retaguarda institucional (secretárias, coordenadores). Por outro lado, em uma visão apenas de aprendizagem, teremos os pares de interações: Estudante X Ambiente; Estudante X Estudante; Estudante X Professor.
- c. Momentos de aprendizagem: além do conteúdo proposto a um curso, este deverá conter um conjunto de atividades indicadas por tarefas, atividades, exercícios, produção de resultados (conhecimento). O AVA quando bem planejado e estruturado facilita e favorece construções colaborativas e cooperativas entre os estudantes e professores.

- d. Avaliação: o AVA deverá possibilitar avaliações diagnósticas, prognósticos, auto-avaliações, podendo ser automáticas ou esporádicas conforme o andamento do curso.
- e. Gerenciamento de arquivos: o ambiente tem que possuir a capacidade de gerenciamento de arquivos, permitindo a qualquer um dos envolvidos: acessar, transferir, tanto enviar quanto receber, e apagar e consultar os arquivos, respeitando o seu nível de acesso (que é o controle de permissões de um envolvido no AVA).
- f. Progresso: O sistema deve possuir um controle de progresso do curso, mantendo e disponibilizando esta informação tanto para o estudante quanto para o professor, pois isso propicia a utilização de recursos de acompanhamento do aprendiz. Com o controle de acompanhamento surgem as possibilidades de melhorar a qualidade das orientações, chances de revisões dos conteúdos e exercícios, trabalhar os aspectos motivacionais dos estudantes e preparar o terreno no caso de ser necessária uma intervenção com ou sem energia.
- g. Administração: um sistema administrativo deve ser implementado para permitir o gerenciamento dos cadastros de todas as informações do ambiente, devem contemplar todos os envolvidos, alunos, professores, cursos, recursos, recuperação/backup, migrações e atualizações de versões.

No futuro, os ambientes virtuais de aprendizagem tendem a receber aprofundamentos quanto a seus mecanismos de gerenciamento, controle e interatividade, sendo que, de modo geral, pode-se classificar como AVA estático, aquele em que só o professor gerencia e administra, podendo usar tutores humanos para auxiliá-lo. E AVA dinâmico, ou seja, aquele em que o professor e o tutor humano recebem auxílio de sistemas de tutores inteligentes ou agentes inteligentes, isto é, um conjunto de programas “inteligentes” automáticos e autônomos que auxiliam tanto os alunos quanto os professores.

Um conjunto de recursos e ferramentas que podem ser usados em sistemas virtuais de aprendizagem, e pode ser dividido em: a) serviços da internet já existentes que são conhecidos pela comunidade; b) serviços de *software* especializados que são aplicações focadas no ambiente e preparadas para aprendizagem.

Quanto aos recursos de Internet podem ser elencados e discriminados os seguintes:

- a. E-mail: correio eletrônico, no caso dos AVA, é o principal meio de comunicação assíncrono colocado a disposição dos professores e dos alunos para troca de correspondências escritas, pode-se afirmar que é de acesso direto entre as partes e de cunho privativo controlado.
- b. Fórum: recurso de troca de mensagens, semelhante ao e-mail, mas aberto a comunidade do curso, isto permite e incentiva a participação de todos. Normalmente, nos fóruns são colocados temas para discussão de um assunto específico. Podem existir também fóruns de assuntos gerais ao grupo, mas sem vinculação ao conteúdo do curso. No plano

pedagógico o fórum pode ser considerado uma atividade para o grupo, na qual serão contabilizados os aspectos de participação, colaboração, salto de desenvolvimento no assunto. Também é um meio de comunicação assíncrono com uma característica muito importante, as mensagens ficam armazenadas no sistema e sempre estão disponíveis para consulta pelos envolvidos interessados.

- c. Chat (sala de bate papo): sistema de comunicação síncrono que possibilita a troca de informação em tempo real. Nos AVA consiste a forma mais direta de interação entre os próprios estudantes e com o professor. São momentos de participação em que as pessoas devem estar sincronizadas, isto é, focadas na discussão simultaneamente. Este recurso se dá na forma escrita e normalmente desordenada, isto é dito para uma sala de discussão com mais de oito pessoas. Alguns atrativos foram incorporados ao sistema tais como, o uso de avatares, mensagens de som, troca de apelidos, etc.
- d. Comunicação instantânea: na internet temos o ICQ, MSN, YAHOO Messenger, SKYPE, sistemas estes que permitem aos usuários continuarem trabalhando, mas sabendo que existem pessoas disponíveis para interação a qualquer momento, desde que estas estejam ativas nos sistemas. Inicialmente era uma comunicação entre duas pessoas, mas, atualmente, as aplicações já permitem pequenas conferências

com mais de duas pessoas. A interação pode ser via oral (fala), com vídeo e escrita. Alguns atrativos também estão disponíveis, como disponibilizar sua foto, trocar arquivos, compartilhar jogos e softwares entre outros.

- e. Blog (diário eletrônico): na internet pode-se fazer um diário eletrônico na rede, sendo que antigamente o diário era uma coisa privada pessoal, com os BLOGS deixou de ser privado e tornou-se público, além de permitir a integração com outros diários. Em ambientes de aprendizagem ganha seu espaço possibilitando ao estudante registrar seus avanços pessoais no curso.
- f. Wiki: no fim do século XVIII as ciências estavam no movimento do enciclopedismo, toda a ciência explicada e enumerada. Em tempos de internet surge a WIKIPEDIA, uma enciclopédia montada a muitas mãos, pois o serviço wiki é uma aplicação na qual cada pessoa pode assumir a função de autoria, preenchendo, complementando, ou mesmo alterando textos relacionados a verbetes da WIKIPEDIA, pois as páginas são abertas e livres para edição, o que permite uma construção de texto colaborativa.

Quanto aos recursos de ambiente, por seu turno, podem ser elencados e discriminados os seguintes: a) Bloco de anotações que é um recurso semelhante a um caderno de anotações no próprio sistema, pode-se dizer que no computador temos editores de texto, que cumpririam esse papel, mas escrever no editor de texto causa a necessidade

de enviar o arquivo para o ambiente, enquanto o bloco seria apenas para anotações rápidas e de fácil acesso no ambiente; b) Agenda que pode e deverá estar integrada com a programação do curso, mas permite também que o estudante faça suas anotações pessoais, e deveria estar sincronizada com a agenda pessoal do estudante. Nela são automaticamente indicados todos os eventos que afetam o estudante, como próximas atividades, tarefas a serem executadas, sempre com alguma forma de aviso sobre o evento; c) Mural de Avisos que traz do mundo real para o ambiente virtual um recurso de avisos e comunicados que sempre estarão disponíveis aos participantes do curso, como avisos de próximos congressos, propostas de estágios, um recurso comunitário dentro do ambiente. Em outra aplicação mais focada no curso, é um recurso útil para comunicar avisos sem a necessidade de enviar e-mail para todos no grupo; d) Avaliação no interior do ambiente há riqueza de ferramentas de avaliação. Porém, a escolha de critérios de avaliação é primordial para determinar o andamento do curso e do processo de aprendizagem. Nos ambientes temos como avaliar a participação em atividades colaborativas, em atividades individuais, receber trabalhos para avaliação a posteriori, criar questionário diagnósticos, questionários de conteúdos, chamada oral a distância, bem como avaliar a participação em atividades em grupo; e) Tutores Inteligentes em alguns ambientes permitem a conexão de sistemas tutores inteligentes que visam auxiliar em diversas tarefas de controle do aprendizado e do ambiente também. O tutor pode auxiliar tanto os estudantes quanto os professores. Os estudantes de diversas maneiras: acompanhamento do progresso do curso, em propor e corrigir exercícios, em reforçar conteúdos que apresentem falhas de entendimento. Já para o professor possui outras formas de auxílio, um muito importante é a classificação de dúvidas dos estudantes, inicialmente levantadas nos fóruns propostos; f) Relatórios de atividades no qual todos os integrantes do ambiente possuem acesso a relatórios de suas

interações com o ambiente. Tanto o aluno com suas próprias quanto o professor tem acesso às atividades dos estudantes e do grupo como um todo.

Para o planejamento e estruturação dos cursos e disponibilização de conteúdos o professor possui uma gama de recursos para enriquecer o curso e atingir os objetivos de aprendizagem desejados. Segue uma lista de recursos: vídeo; áudio; textos em formatos .doc, .pdf, .txt; apresentações de conteúdo com slides; hipertextos; páginas da web; multimídias; objetos de aprendizagem; aplicações específicas para o conteúdo desejado; artigos; acesso a internet; laboratórios virtuais; jogos etc.

Os ambientes virtuais para educação a distância são vitais como ferramentas de interação entre o professor, estudante e conteúdo. Porém os ambientes também podem ser utilizados para auxiliar um curso presencial, atuando, neste caso, como ferramenta complementar, pois oferecem riqueza de recursos. As diferenças de atuação surgem na medida de tempo de acesso que o estudante tem ao professor, pois os recursos de atividade síncrona ficam a cargo das aulas presenciais.

Ao se utilizar um AVA para auxiliar um curso presencial alguns recursos que não são necessários para a EAD precisam ser implementados, tais como controle de presença, de participação, de avaliação diferenciados, de conteúdos e de progresso. Para não tornar o ambiente e seu ferramental simplesmente um repositório de dados.

2.3. Origem, caracterização e funções mais comuns do Moodle

Moodle é uma palavra formada pelas iniciais dos segmentos sucessivos da locução “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment”, sendo significativa para inúmeros programadores da área da computação e para um número cada vez maior de educadores pelo mundo. Em linguagem coloquial é um verbo, *to moodle*, que descreve o processo de navegar livremente, fazendo outras atividades simultaneamente, em um processo agradável, com perspicácia e criatividade. É também um “*Learning Management System*” – LMS, ou seja, um sistema de gestão do processo de ensino e de aprendizagem, neste caso, baseado em trabalho colaborativo. Assim, o acrônimo Moodle refere-se tanto a forma como o software foi originado quanto à maneira como seus usuários, professores, alunos, tutores etc. podem integrar-se por meio de sua utilização em cursos a distância, semi-presenciais e presenciais.

O Moodle é basicamente um software livre para produzir e gerenciar atividades educacionais, originado de uma experiência vinculada ao processo de preparação da tese de doutorado de Martin Dougiamas no final da década de 1990 no “Science and Mathematics Education Centre” - SMEC da “Curtin University of Technology”, localizada na cidade de Perth, na Austrália, na qual ocupou várias funções, dentre as quais a de gerente do sistema WebCT, da Blackboard.

Dessa experiência, resultou a constituição de uma comunidade virtual, Moodle.org, que envolve administradores de sistema, professores, pesquisadores, designers instrucionais, desenvolvedores, programadores etc., em uma espécie de prática de construtivismo social, associada à defesa de uma proposta de software livre. Do ponto de vista epistemológico, Dougiamas e Taylor afirmam que:

These epistemological positions privilege a focus on collaborative discourse and the individual development of meaning through construction and sharing of texts and other social artefacts. From these perspectives, learners are apprenticed into "communities of practice" which embody certain beliefs and behaviours. (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003, p. 2)

A colaboração torna-se a base do desenvolvimento do saber, em um território de racionalidade e liberdade, no qual a partilha de ideias é a base sobre a qual se assenta a produção de conhecimentos e de ferramentas cognitivas que moldam comportamentos e práticas no presente e no futuro, em uma lógica que associa ação comunicativa no caminho da construção de um conhecimento emancipatório, por meio do fomento a um diálogo reflexivo contínuo (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003, p. 2).

A semelhança de outros softwares livres, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento contínuo do Moodle são ancorados na existência de uma comunidade internacional de colaboradores que, atualmente, conta com aproximadamente quarenta e oito mil usuários registrados, de cento e quinze diferentes países, com sessenta diferentes idiomas (MUZINATTI, 2005). Esta comunidade reúne programadores e desenvolvedores de software livre, administradores de sistemas, professores, designers e usuários de todo o mundo, encontrando-se disponível em diversos idiomas, inclusive o português.

É interessante observar que a plataforma Moodle possibilita e até mesmo requer personalização do sistema, o que, em linguagem coloquial, tem sido chamado de customização, sendo que a mesma, comumente, atende as necessidades de um grupo de usuários em relação à proposição de um curso ou mesmo de um conjunto de cursos.

O software é gratuito, com acesso, preferencialmente, pelo site <http://moodle.org/>, no qual o mesmo pode ser instalado em diversos computadores, em diferentes ambientes: Windows, Unix, Linux, Mac OS, desde que possibilitem a utilização da linguagem PHP⁴, base de funcionamento do Moodle.

Conta com muitos recursos, incluindo: materiais, avaliação do curso, chat, diálogo, diário, fórum, glossário, lição, pesquisa de opinião, questionário, SCORM, tarefa, trabalho com revisão, wiki, portfólio etc.

O Moodle é um sistema amplamente disseminado nas instituições de ensino (básico e superior), nas organizações não governamentais e em empresas pelo mundo, incluindo as sediadas no Brasil, conforme pode ser observado em importantes instituições universitárias brasileiras, tais como UnB, USP, PUC-SP, UFRGS, UFSCAR, UNISINOS, PUC-RS, UFU, UFBA, MACKENZIE etc.

Possui diversas possibilidades de utilização, incluindo: 1) Organização, administração e controle das atividades de cursos a distancia, semi-presenciais e presenciais; 2) publicação de conteúdos e disponibilização de atividades, por meio da

⁴ PHP é um acrônimo recursivo para "Hypertext Preprocessor". É uma linguagem de programação de computadores interpretada, livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico na Web. Surgiu entre 1994 e 1995 como um pacote de programas CGI criados por Rasmus Lerdof, com o nome Personal Home Page Tools, para substituir um conjunto de scripts Perl que ele usava no desenvolvimento de sua página pessoal. Sua última versão, 5.2.6 é de 2008.

Internet ou em redes locais; 3) Disponibilização de conteúdos que integrem diversas mídias, textuais e audio-visuais; 4) Realização de atividade de aprendizado eletrônico, tais como leituras, tarefas, avaliações etc.; 5) Interação entre administradores, professores, tutores, alunos dos cursos.

* * *

O próximo capítulo é dedicado à análise específica da disciplina Laboratório de Programação 1 do Curso de Ciência da Computação da PUC-SP, seus contornos atuais, sua integração e funcionamento com utilização do Moodle.

Capítulo 3

A situação corrente da disciplina Laboratório de Programação

Criado em 1986, o curso de Ciência da Computação da PUC-SP, atualmente atende às orientações das Diretrizes Curriculares dos cursos da área de Computação e Informática. Diretrizes que foram definidas a partir de proposta da Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática junto ao Departamento de Políticas do Ensino Superior da Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação de 1999.

Assim, o currículo em vigor foi estruturado com base nas referidas Diretrizes Curriculares, mas também com a observância do disposto no documento “Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 1999), no qual está sugerido um conjunto de disciplinas para estruturar o curso de bacharelado em Ciência da Computação.

Além disso, contou para a elaboração do referido currículo, a experiência acumulada pelos docentes e administradores acadêmicos do Curso em seus vinte anos de existência.

O Projeto Pedagógico do Curso articula uma série de conceitos e necessidades da programação, por meio da distribuição desse conteúdo em diversas disciplinas teóricas e práticas. No tópico “Articulação entre Teoria e Prática”, pode-se destacar:

O fato de uma disciplina ser teórica ou prática diz respeito ao local onde ela será realizada (na sala de aula ou no laboratório) e à ênfase nas abordagens de seu conteúdo. Isto não quer dizer que em um laboratório não se pode realizar uma discussão teórica ou que em uma disciplina teórica não se possa realizar experimentos práticos (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 2006)

Observa-se, desse modo, que as disciplinas práticas objetivam principalmente permitir que o estudante vivencie a programação, isto é, perceba as potencialidades da máquina (computador) em sua plenitude, tornando realidade um programa de computador, propiciando o contato com uma ou mais linguagens de programação. Assim, parece importante oportunizar ao estudante que observe, ainda que de forma controlada, a execução de um programa e seus resultados, incentivando o tratamento das dificuldades encontradas no momento de uma disciplina teórica.

O curso de Ciência da Computação da PUC-SP tem a particularidade de ter oferta em regime semestral, permitindo o ingresso de novos estudantes duas vezes ao ano, com possibilidade de recomposição de turmas, sendo que essa flexibilidade existe em razão de que:

Estrategicamente, a cada ano do curso, estão definidos dois semestres com conteúdos minimamente dependentes, reduzindo, consideravelmente, a influência que a ordem de realização das disciplinas tem sobre o aproveitamento dos estudos. Assim, turmas ingressantes em um semestre assistem o Curso de acordo com a ordem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Turmas ingressantes no semestre subsequente assistem o Curso de acordo com a ordem 2, 1, 4, 3, 6, 5, 8 e 7. (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 2006).

Portanto, o aluno, que ingressou no semestre subsequente, tem contato com as disciplinas de forma não linear. Esse formato de currículo gerou um enorme desafio para os professores, pois no desenvolvimento das disciplinas, eles devem observar que um conteúdo que necessite de pré-requisitos de conhecimento, estes, devem ser introduzidos à medida da necessidade e no momento exato, tendo em vista possibilitar que o estudante possa acompanhar a disciplina.

Há quatro disciplinas vinculadas direta e especificamente a prática da programação, sendo distribuídas ao longo de cinco semestres, com denominação Laboratório de Programação 1 (LP1) no primeiro semestre; Laboratório de Programação 2 (LP2) no segundo semestre; Laboratório de Programação 3 (LP3) no quarto semestre; e Laboratório de Programação 4 (LP4) no quinto semestre. No terceiro semestre há uma disciplina teórica chamada de Programação Orientada a Objetos, mas com escopo teórico que enfoca os conceitos de classe, objeto, etc. Ver o quadro abaixo para maior detalhamento:

Quadro 5 – Conteúdo, carga horária e número de créditos da disciplina “Laboratório de Programação” da PUC-SP.

Disciplina	Ementa	CH/CRÉD
Laboratório de Programação 1	Sistemas de linguagens de programação. Variáveis e vinculações de dados. Estruturas de controle de execução de algoritmos. Tipos primitivos de dados. Ponteiros de dados.	34 horas 02 créditos
Laboratório de Programação 2	Sistemas de linguagens de programação. Variáveis e vinculações. Estruturas de controle. Tipos primitivos de dados. Tipos agregados. Expressões. Modularização. Parâmetros.	68 horas 04 créditos
Laboratório de Programação 3	Programação por objetos: agrupamento de dados e de operações. Implementações de estruturas de dados. Arquiteturas de aplicações. Estratégias de modelagem e de testes. Estudos de caso.	68 horas 04 créditos
Laboratório de Programação 4	Modularização de Aplicações. Documentação. Estilo de Programação. Modelos Estáticos e Dinâmicos de Aplicações. Técnicas de Implementação de Aplicações.	68 horas 04 créditos

Fonte: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 2006

Neste capítulo, a pesquisa percorre sobre as disciplinas Laboratório de Programação 1 e Laboratório de Programação 2, por se tratarem daquelas ministradas no primeiro ano do Curso, deixando para uma análise posterior às disciplinas Laboratório de Programação 3 e 4.

3.1. Análise do conteúdo das disciplinas Laboratório de Programação 1 e 2

De modo geral, na disciplina LP1 o conteúdo tratado inclui as principais construções em C/C++ que são: entrada/saída via teclado; constantes e variáveis; tipos primitivos de dados; instrução de atribuição; operadores aritméticos e lógicos; estruturas

simples de controle de fluxo; tipo ponteiro e seus operadores. Este conteúdo está estruturado em sete módulos distribuídos conforme o quadro a seguir:

Quadro 6 – Conteúdo específico da disciplina Laboratório de Programação 1

Módulo	Conteúdo
1	<p>Apresentação da disciplina Conceitos Elementares da seqüência de trabalho (problema computacional, análise e método de resolução, elaboração do algoritmo, construção e implementação do programa) Dado como representação da informação e conhecimento Tipos de dados básicos (numérico, lógico, alfanumérico) Arquitetura básica do computador (entrada, memória RAM e CPU, saída) Arquitetura do computador de Von Neumann Conceito de variável (abstração de um conjunto de células de memória) Finalidade (armazenar dados correspondentes às informações tratadas pelo programa). Em linguagem de máquina (tratamento direto variável endereço). Em linguagem de alto nível (atributos: nome, endereço, tipo, valor, escopo e tempo de vida) Tipo Inteiro de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio) Apresentação de um código C++ para o problema de soma de dois números. Apresentação do ambiente de programação. (DEV C++) Dois problemas propostos.</p>
2	<p>Resolução dos dois problemas propostos no módulo1, com especificação do problema (objetivo, inf inicial, inf final), método de resolução e código do programa fonte. Ainda na abordagem do módulo um, traz um problema extra. Tipo Real de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio) Conversão de tipos em linguagem C.(isso mesmo C) Lista de Funções Matemáticas e Aritméticas da linguagem Conversão explícita de tipo – <i>cast</i>. Com um código de exemplo, sem contexto. Três problemas propostos.</p>
3	<p>Tipo Inteiro de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio) Tipo Real de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio) Lista de Funções Matemáticas e Aritméticas da linguagem Estrutura básica do código de um programa C++. Três Problemas propostos com especificação do problema, método de resolução e pede o código. Exercício de teste de código.</p>
4	<p>Categorias algorítmicas (seqüencial, seletiva e repetitiva) Correspondência com fluxos seqüenciais, alternativos e repetitivos. Estrutura de controle de seleção, com exemplo de situação problema, sintaxe de um e dois ramos, representação em fluxograma, código exemplo e exercício de modificação de código. Tipo Lógico de Dados (elementos, operações, valores) negação, conjunção e disjunção. Detalhe da linguagem C, com relação a não existência do tipo lógico. Três problemas propostos</p>

Módulo	Conteúdo
5	Retoma a estrutura de controle de seleção Resolução de um dos problemas do módulo 4 e pede a implementação do código. Problema proposto com código com lacunas para preencher. Um problema proposto para codificação.
6	Estruturas de Controle de Repetição, sintaxe, fluxograma (<i>while, do – while, for</i>) Exemplos de conversão de linguagem algorítmica para código C++. Exemplos de código para compilar e testar. Exercício com resolução. Problema proposto com esboço da solução para codificação.
6 Compl	Módulo complementar com problemas propostos.
7	Introdução de ponteiros (<i>pointers</i>), finalidade e diferenças com outras linguagens. Declaração de ponteiro Manipulação de ponteiro, operadores & e *. Dado o código compilar e testar. Alocação dinâmica. Dois problemas propostos.

Fonte: Programa de disciplina do Curso de Ciência da Computação (PUC-SP)

Na disciplina LP2, por seu turno, o conteúdo programático trabalhado inclui as principais construções em Java: mecanismos de entrada/saída; variáveis; tipos primitivos de dados; instrução de atribuição; expressões e operadores aritméticos e lógicos; instruções de controle de fluxo de processamento; tipos agregados e aplicações; modularização e parametrização; métodos auxiliares; arquivos texto. Este conteúdo foi estruturado em seis módulos, distribuídos conforme o quadro a seguir:

Quadro 7 – Conteúdo específico da disciplina Laboratório de Programação 2.

Módulo	Conteúdo
1	Apresentação da disciplina Conceitos Elementares da sequência de trabalho (problema computacional, análise e método de resolução, elaboração do algoritmo, construção e implementação do programa) Dado como representação da informação e conhecimento Tipos de dados básicos (numérico, lógico, alfanumérico) Arquitetura básica do computador (entrada, memória RAM e CPU, saída) Arquitetura do computador de Von Neumann Conceito de variável (abstração de um conjunto de células de memória) Finalidade (armazenar dados correspondentes às informações tratadas pelo programa. Em linguagem de máquina (tratamento direto variável endereço). Em linguagem de alto nível (atributos: nome, endereço, tipo, valor, escopo e tempo de vida) Tipo Inteiro de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio) Apresentação de um código Java para o problema de soma de dois números, usando duas classes. Apresenta o modelo de compilação e execução em JAVA e como pode ser utilizado, aplicativo ou Applet. Um problema proposto com esboço do método de resolução. Pedindo para codificar e identificar as variáveis de forma adequada.

Módulo	Conteúdo
2	<p>Problema proposto com especificação (objetivo, inf inicial, inf final), método de resolução e pede para codificar em JAVA.</p> <p>Tipo Real de dados (elementos, operações, relações, constantes e domínio)</p> <p>Conversão de tipos em linguagem JAVA.</p> <p>Lista de Funções Matemáticas e Aritméticas da linguagem</p> <p>Conversão explícita de tipo – <i>cast</i>. Com um código de exemplo, sem contexto.</p> <p>Tipos primitivos numéricos.</p> <p>Dois tarefas propostas.</p>
3	<p>Estruturas de controle (controle de seleção e controles de repetição)</p> <p>Mostra um fluxograma, e comenta sobre as linguagens imperativas para selecionar caminhos e provocar a execução repetida de certos conjuntos de instruções.</p> <p>Apresenta sobre conjunto de instruções, como formar bloco em Pascal comparativo com C, C++ e Java.</p> <p>Sintaxe em JAVA para o <i>if, if-else</i>. Exemplo de código.</p> <p>Dois exercícios</p> <p>Tipo Lógico de Dados (elementos, operações, valores) negação, conjunção e disjunção.</p> <p>Introdução as instruções iterativas. Conceitos de pré-teste, pós-teste e corpo de instruções.</p> <p>Laços controlados por contador, com valor inicial, final e corpo de instruções. Com exemplos típicos.</p> <p>Laços controlados logicamente.</p> <p>Sete problemas propostos.</p>
4	<p>Tipos agregados de dados ou tipos estruturados</p> <p>Tipos agregados homogêneos (vetor, <i>array</i>) sintaxe usando colchetes ([]), declaração, alocação e armazenamento. Problema proposto com especificação e código para completar. Problemas exemplo, e exercícios.</p> <p>Tipos agregados heterogêneos (registro, estrutura). Registro como agrupamento de dados declarados em classe. Exemplo de codificação.</p> <p>Combinação de tipos agregados. (vetores e registros)</p> <p>Problema proposto. Tipo agregado como abstração do mundo real.</p> <p>Dois problemas propostos</p> <p>Tipo String (classe String), declaração, alocação e atribuição.</p> <p>Lista de operadores (métodos) para tratamento de String ou cadeia de caracteres.</p> <p>Quatro exercícios com String.</p>
5	<p>Modularização e Subprogramas para particionar a resolução de um problema, distribuir o serviço de programação, reutilizar módulos já construídos e facilitar o trabalho de manutenção.</p> <p>Conceito de Abstração e abstração de processos.</p> <p>Apresenta o conceito com um problema proposto.</p> <p>Introduz o conceito de função e procedimento, bem como os parâmetros e o retorno de uma função.</p> <p>Passagem de parâmetro, modo entrada, modo saída e modo entrada e saída. Passagem por valor, passagem por resultado e passagem por referência.</p> <p>Passagem de parâmetros em JAVA.</p> <p>Abstração dos tipo de dados com suas operações em classes como forma de modularizar a solução.</p> <p>Problemas propostos com algumas funções prontas, apesar para o aluno organizar e utilizar.</p>
6	<p>Introdução e tratamento de arquivos.</p> <p>Abstração para uniformizar a interação entre o ambiente de execução e os dispositivos externos.</p> <p>Etapas: abertura ou criação de um arquivo, transferência de dados e fechamento do arquivo.</p> <p>Arquivos textos x binários.</p> <p>Uso de <i>Stream</i> (fluxo) em JAVA, input e output. Código de exemplo.</p> <p>A Classe File do JAVA para tratar de arquivos e pastas.</p> <p>Lista de métodos da classe File.</p> <p>Dois exercícios propostos.</p>

Fonte: Programa de disciplina do Curso de Ciência da Computação (PUC-SP)

De modo geral, o conteúdo descrito para as duas disciplinas (LP1 e LP2) podem ser considerados básico, sendo aquele que é abordado na maior parte dos livros dedicados à temática da Lógica de Programação, como se pode observar, a título de exemplo, nos títulos dos capítulos do livro de autoria de Forbellone; Eberspacher (2000) exposto no quadro a seguir:

Quadro 8 - Títulos dos capítulos da segunda edição do livro “Lógica de Programação: a construção de algoritmos e estrutura de dados” de autoria de André Luiz Villar Forbellone e Henri Frederico Eberspacher, publicado em 2000, pela Makron Books.

Capítulo	Assunto
1	Introdução Noções de lógica, relação entre algoritmo e a lógica.
2	Tópicos preliminares Tipos primitivos, constantes, variáveis, expressões aritméticas, expressões lógicas, atribuição, comandos de entrada e saída e blocos.
3	Estruturas de controle Estrutura seqüencial, de seleção, de repetição.
4	Estruturas de dados Variáveis compostas homogêneas dimensionais, variáveis compostas heterogêneas com registro.
5	Arquivos Declaração, manipulação e concepções.
6	Modularizando Algoritmos Decomposição, módulos, escopo de variáveis, passagem de parâmetro e contextualização dos módulos.
7	Estruturas de Dados Avançada Não abordado nas disciplinas LP1 e LP2.

Depreende-se da análise dos dados apresentados no **Quadro 8**, o forte relacionamento entre a lógica de programação e os algoritmos, sem denotar uma preocupação mais relevante com a prática e com a linguagem de programação a ser utilizada, o que demonstra que esse conteúdo pode ser tratado de forma exclusivamente

teórica, com aumento do grau de abstração necessário para que o aluno entenda e compreenda o tema da programação.

Em relação às disciplinas LP1 e LP2, depreende-se dos dados apresentados nos **Quadros 6 e 7** que o conteúdo dos três primeiros módulos é idêntico, dada a questão do ingresso dos estudantes da turma em semestres diferentes. Porém, essa repetição é apenas aparente, dado que em LP1, a linguagem utilizada é C++ e, em LP2, a linguagem utilizada é a JAVA. No próximo item serão tratadas algumas questões relevantes sobre as linguagens de programação.

3.2. Linguagens de programação

Desde o início de 2008, o pesquisador participa de uma lista de discussão da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) dedicada à temática de “Algoritmos e Programação”, sendo que, no final de 2008, houve intensa troca de mensagens entre os participantes, nas quais se discutia, sobretudo, sobre qual linguagem deveria ser usada para ensinar algoritmos ou lógica de programação. Porém, apesar de não ter ocorrido uma conclusão objetiva sobre a questão da linguagem mais adequada, houve concordância quanto ao fato da necessidade de no trabalho com algoritmos focar-se no desenvolvimento da capacidade de abstração dos estudantes.

Simultaneamente, houve discussão sobre a escolha das linguagens de programação a serem privilegiadas no ensino, o que foi realizado em reunião de coordenação pedagógica do curso de Ciência da Computação, bem como em reuniões do departamento de Ciência

da Computação da PUCSP, tendo ficado evidente que a definição da linguagem não é importante, optando-se em inserir em LP1 a linguagem C++ e em LP2, LP3 e LP4, a linguagem JAVA. Percebe-se que por caminhos diferentes, a conclusão dos professores coadunou-se àquela obtida nas discussões da lista da SBC.

Mas a forma como a disciplina LP1 trata da linguagem C++ é ainda muito superficial do ponto de vista de aprendizagem de uma linguagem de programação, sendo que para o conteúdo tratado seria possível utilizar qualquer outra linguagem que não ocasionaria mudança do foco da disciplina. Porém, a questão é que essa ação causaria uma falsa sensação de que o aluno sabe, entende ou conhece profundamente a linguagem C++.

Na disciplina LP2 ocorre a mesma situação da disciplina LP1, mas com relação a linguagem JAVA, o que é, porém, minimizado pelo fato da disciplina possuir mais carga horária e conteúdo mais abrangente. Porém, dado que JAVA é uma linguagem tipicamente para programação orientada a objetos, assim como o C++, a forma de modelagem utilizada na disciplina não estimula o uso intenso da linguagem nem aproveita sua riqueza de recursos.

3.3. Avaliação

No que diz respeito à avaliação, a disciplina segue a forma tradicional da maior parte dos cursos da área, ocorrendo por meio do exame de atividades em laboratório e de provas escritas individuais.

De modo geral, as atividades são avaliadas pelo professor no próprio laboratório, com utilização de critérios que poderiam ser mais objetivos, ou seja, sem o emprego de metodologia criteriosa para a solução apontada pelo estudante, sendo que, muitas vezes, é avaliado apenas se o programa funcionou, com o professor fazendo perguntas na intenção de verificar se foi o estudante que fez a atividade ou se a copiou.

A prova escrita, por seu turno, revela-se como sendo uma forma bastante inadequada de avaliação da disciplina. Tendo em vista que se trata de uma disciplina de laboratório, com utilização do recurso máquina (computador), quando se utiliza de uma prova escrita não se avalia o desempenho em uma situação real de laboratório, desdobrando-se em uma avaliação para detectar se o estudante consegue resolver os problemas de forma algorítmica exclusivamente.

De modo geral, a disciplina também não estimula o trabalho em grupo, sendo que a riqueza dessa forma de trabalho é importante para que o estudante aprenda a dividir responsabilidades e emergir o aspecto de liderança e boas práticas de comunicação, o que, sem dúvida, é requisito fundamental de empregabilidade na maior parte das empresas da atualidade.

3.4. Articulação com outras disciplinas

Na efetivação do currículo do Curso de Ciência da Computação percebe-se que LP1 e LP2 têm pouca articulação com as demais disciplinas, ficando apenas a questão de algoritmos, o que se evidencia nas especificações dos problemas e nos esboços das soluções.

Para LP1 essa situação é enriquecedora e intercambiável com a disciplina Desenvolvimento de Algoritmos 1, alocada no primeiro semestre do Curso, mas, para a disciplina LP2 isso não é possível, pois essa disciplina não ocorre no segundo semestre. Neste caso, o professor tem que ter habilidade para trabalhar os conceitos de algoritmos envolvidos.

Dada à forma de organização do curso e sua estrutura curricular, as disciplinas relacionadas à matemática pouco estão envolvidas com LP1 e LP2. Porém, ainda que nos exercícios e problemas comumente utilizados nessas disciplinas, a matemática seja um conteúdo bastante presente, dado que, por exemplo, a lista de funções inicialmente listada em ambas as disciplinas está diretamente relacionada com as funções matemáticas, o que também se repete, guardadas as especificidades, com a física.

O conteúdo matemático envolvido nestas disciplinas tem no entender do pesquisador uma exigência muito pequena no que diz respeito à abstração, em sua maioria, os enunciados, envolvem contas simples com as operações básicas, somar, subtrair, multiplicar e dividir, no enunciado do primeiro exercício proposto isso pode ser observado:

“Uma determinada quantidade de parafusos deve ser embalada em caixas de 40 unidades e caixas de 10 unidades, utilizando-se preferencialmente as caixas grandes. Conhecendo-se a quantidade de parafusos disponíveis, como obter a quantidade de caixas grandes, a quantidade de caixas pequenas e também a quantidade de parafusos que não serão embalados por não completarem 1 caixa pequena?”

A solução desta proposta gera um programa linear com divisões sucessivas, conforme pode ser visto no trecho de código a seguir:

```
...
cin >> numeroParafusos;
caixa40 = numeroParafusos / 40; //divisão simples
cout << “Quantidade de Caixas com 40 parafusos ” << caixa40;
caixa10 = (numeroParafusos%40) / 10; //resto divisão
cout << “Quantidade de Caixas com 10 parafusos ” << caixa10;
parafusosRestantes = (numeroParafusos%40) % 10; //resto divisão
cout << “Quantidade de parafusos restantes ” << parafusosRestantes;
...
```

A dificuldade em articular os conteúdos das diversas disciplinas na prática de ensino contribui para um empobrecimento do aprendizado dos estudantes, pois que se perde, muitas vezes, uma excelente oportunidade de mostrar as relações entre os conteúdos das disciplinas, dado que na vida cotidiana, os problemas com os quais os estudantes se depararam não estão seccionados em: isso é matemática, ou isso é física, ou isso é computação. Um problema envolve várias áreas de conhecimento para ser solucionado e resolvido. Mais a frente, tratar-se-á de expor algumas propostas que podem contribuir para minimizar essas limitações do Curso.

3.5. Ambiente de aprendizado eletrônico na pesquisa

No Curso de Ciência da Computação da PUC-SP, as disciplinas estão inseridas no ambiente Moodle, ainda que na disciplina Laboratório de Programação a efetiva utilização do recurso pelos professores seja bastante limitada por uma série de motivos, dentre os quais, o fato do ambiente ser utilizado prioritariamente para controle de frequência, permitindo a entrega de trabalhos de forma digital via ambiente e centralização do material dos módulos das disciplinas.

Como foi descrito no anteriormente, alguns recursos e ferramentas disponíveis nos ambientes virtuais de aprendizagem como fórum, chat, acompanhamento de progresso, poderiam ser utilizados para aumentar a participação dos alunos na disciplina, permitindo uma extensão das discussões para fora da sala de aula. O uso desses recursos ainda é pouco discutido nas reuniões de planejamento das disciplinas, nas quais o foco fica apenas no conteúdo.

A partir desta análise inicial das disciplinas Laboratório de Programação 1 e Laboratório de Programação 2, foram identificados elementos fundamentais das disciplinas, no que tange o conteúdo, a avaliação e a forma de interação. Esse levantamento foi essencial para iniciar as discussões com o professor Custódio, dessas discussões pode-se planejar o Ciclo 1 da pesquisa que trata da primeira intervenção na disciplina.

3.6 Ciclo 1: Primeira intervenção

O Ciclo 1 iniciou no primeiro semestre de 2008, nas reuniões de planejamento do início do semestre, entre os professores da disciplina, o professor co-responsável (pesquisador) trouxe para reunião suas preocupações com a mesma, pois passados anos, desde que ele trabalhou com ela, pouco havia evoluído no que diz respeito a seu tratamento.

A proposta inicial foi modificar os enunciados dos exercícios e adicionar elementos como a especificação do problema e em alguns casos o método de resolução, focando na preocupação de que o aluno deve gerar código organizado no que diz da forma da escrita do código, independente da linguagem de programação. O procedimento de ensino manteve-se, pois trata da realização de experimentos laboratoriais baseados nos conceitos teóricos apresentadas para disciplina.

Iniciamos o planejamento pelas primeiras aulas utilizado como base o material elaborado para o primeiro semestre de 2007 da disciplina Laboratório de Programação 1, foram analisados os enunciados e a forma de apresentação.

A disciplina Laboratório de Programação 1, do curso de Ciência da Computação da PUC-SP, tinha um total de 60 alunos que foram divididos e organizados em três turmas de 20 alunos. Sendo que o pesquisador trabalhou com uma dessas turmas, e o professor co-responsável trabalhou com as outras duas turmas.

A sistemática do ciclo foi organizada em reuniões semanais de duas horas onde se discutiu os andamentos das disciplinas e como os alunos estavam evoluindo com os

novos enunciados. Ainda nas reuniões eram elaborados e ajustados os enunciados das próximas aulas. A seguir, tem-se uma amostra do material elaborado com as mudanças e ajustes de enunciados podem ser vistos a seguir:

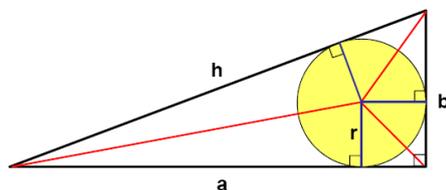
Primeiro exemplo:

Enunciado: Conhecendo-se as medidas dos dois catetos de um triângulo retângulo, como obter o raio da circunferência inscrita nesse triângulo?



Ao analisarmos esse enunciado, percebemos que ele traz poucas informações para o aluno, pois a discussão ficou nos termos do objetivo da disciplina. O foco é iniciar o aluno na programação deixando a resolução do problema para a disciplina de Desenvolvimento de Algoritmos, com essa argumentação reescrevemos o enunciado da seguinte forma:

Novo Enunciado: Conhecendo-se as medidas dos dois catetos de um triângulo retângulo, como obter o raio da circunferência inscrita nesse triângulo?



As seguintes relações são válidas:

$$h^2 = a^2 + b^2$$

$$a - r + b - r = h$$

A partir das duas relações de igualdade apontadas é possível estabelecer o seguinte algoritmo como método de resolução:

triângulo()

```

leia(a);
leia(b);
h ← sqrt(a*a+b*b);
r ← (a+b-h)/2;
imprima(r);

```

Elabore o código do programa correspondente ao algoritmo apresentado.
Faça a implementação e testes do programa.

Segundo exemplo:

Enunciado:

Em uma fazenda há uma área disponível que deve ser dividida entre os cultivos de feijão e soja. A produção de feijão é, em média, de 32,8 sacas por hectare e a de soja de 43,6 sacas por hectare. Conhecendo-se a área disponível (em hectares) como determinar a área a ser ocupada pelo cultivo da soja e também a área destinada ao cultivo de feijão, sabendo-se que o produtor deseja ocupar toda a área disponível e pretende obter volume de produção de soja igual ao dobro do volume de produção de feijão?

Para o mesmo enunciado da fazenda, foi adicionado um conjunto de informações necessárias para demonstrar uma solução, e os seguintes itens foram adicionados: entendimento do problema, método de resolução – desenvolvimento, método de resolução – resumo. Não sendo incluído o algoritmo formalizado.

Novo Enunciado:

Numa fazenda há uma área disponível que deve ser dividida entre os cultivos de feijão e soja. A produção de feijão é, em média, de 32,8 sacas por hectare e a de soja de 43,6 sacas por hectare. Conhecendo-se a área disponível (em hectares) como determinar a área a ser ocupada pelo cultivo da soja e também a área destinada ao cultivo de feijão, sabendo-se que o produtor deseja ocupar toda a área disponível e pretende obter volume de produção de soja igual ao dobro do volume de produção de feijão?

Entendimento do problema:

objetivo:	obter a área a ser ocupada com cultivo de soja e com cultivo de feijão.
inf. iniciais:	área total disponível para o cultivo de soja e feijão.
inf. finais:	área a ser ocupada com cultivo de soja e área a ser ocupada com cultivo de feijão.

Método de resolução – desenvolvimento:

as relações iniciais entre os valores envolvidos são:

$\text{área disponível} = \text{área soja} + \text{área feijão}$ (toda a área deve ser ocupada);

e $\text{volume soja} = 2 \times \text{volume de feijão}$;

conforme o enunciado: $\text{volume soja} = \text{área soja} \times 43,6$ e

$\text{volume feijão} = \text{área feijão} \times 32,8$;

a partir dessas três últimas igualdades temos:

$\text{área soja} \times 43,6 = 2 \times \text{área feijão} \times 32,8$;

a partir daquela primeira relação, segue:

$\text{área soja} = \text{área disponível} - \text{área feijão}$;

com essas duas últimas igualdades:

$(\text{área disponível} - \text{área feijão}) \times 43,6 = 2 \times \text{área feijão} \times 32,8$;

e finalmente, desenvolvendo essa última relação, obtemos:

$\text{área feijão} = \text{área disponível} \times 43,6 / 109,2$;

a segunda parte da resposta procurada é dada pela relação já mencionada:

$\text{área soja} = \text{área disponível} - \text{área feijão}$;

Método de resolução – resumo:

realizar a entrada da área disponível:

A_{disp}

obter as áreas para cultivo de feijão e de soja:

$A_{feijao} = A_{disp} \times 43,6 / 109,2$

$A_{soja} = A_{disp} - A_{feijao}$

exibir os resultados: A_{feijao} , A_{soja} .

Elabore o código do programa correspondente ao método acima.

Faça a implementação e testes do programa.

Não possuímos os resultados dos exercícios elaborados em 2007, pois, na ocasião, o professor não utilizava o Moodle para receber os exercícios, não permitindo fazer uma análise comparativa de resultados, mas nas reuniões o professor Custódio revelava uma melhora no entendimento e na codificação dos exercícios.

Os códigos gerados atenderam perfeitamente o enunciado, como pode ser visto a nos dois códigos extraídos das turmas:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main(){
float adisp, afeijao, asoja;
cout<<"digite a area disponivel: ";
cin>>adisp;
afeijao = adisp * 43.6 / 109.2;
asoja=adisp-afeijao;
cout<<" area feijao: "<<afeijao<< "area soja: " <<asoja<<endl;
system("PAUSE");
return(0);
}
```

```
//Pedro Henrique Daves Baptista Miguel

#include <iostream>
using namespace std;

int main(){
    int Adisp, Afeijao, Asoja;
    cout<< "Digite o valor da Area disponivel: ";
    cin>>Adisp;
    Afeijao= Adisp * 43,6/109,2;
    Asoja = Adisp - Afeijao;
    cout<< "Areas do cultivo de feijao e soja serao: "
<<Afeijao<<Asoja<<endl;
    system("PAUSE");
    return (0);
}
```

O Ciclo 1 ajudou a identificar uma série de elementos que precisam ser revistos e analisados, um deles é se com esse formato estamos realmente orientando o aluno ou apenas mecanizando o processo de codificação numa linguagem de programação.

Como foi indicado anteriormente, uma das dificuldades dos alunos era o de compreender o problema proposto. Neste Ciclo 1 pudemos perceber que ao se trazer o entendimento do problema nos enunciados os alunos conseguiram codificar de forma muito mais eficiente, mas não se pode afirmar que passaram a compreender os problemas.

* * *

No próximo capítulo trataremos do Ciclo 2 da pesquisa, sendo que ele comporta uma nova proposta para a disciplina que foi discutida e elaborada no âmbito do Curso.

Capítulo 4

Possibilidades de inovação: práticas pedagógicas e intensificação da utilização do Moodle

Após a aplicação do Ciclo 1, durante o segundo semestre de 2008 novas reuniões foram realizadas, nas quais foram discutidas às temáticas sobre as disciplinas de Laboratório de Programação. Eram reuniões de coordenação do curso, em que estavam presentes os professores que ministravam disciplinas ligadas a programação no curso. Delas emergiram sugestões importantes, sendo que o pesquisador percebeu grande relevância para este trabalho.

Foi recomendado que o enfoque de uma disciplina de laboratório centra-se seus objetivos na experimentação, proporcionando o contato com a tecnologia envolvida, testando as melhores técnicas e possibilitando a avaliação dos resultados práticos. Assim, podem ser observados, por exemplo, os laboratórios de química e de física, nos quais são testados e validados pensamentos teóricos, com o surgimento de resultados às vezes espontâneos que não foram evidenciados no desenvolvimento teórico.

Ao sugerir novas possibilidades, esta pesquisa evidencia o melhor aproveitamento do conjunto de disciplinas de laboratório de programação para reorganizar os seus objetivos e as formas de abordagem dos conteúdos e práticas. Uma alteração que poderá ocorrer será o ajuste dos nomes dessas disciplinas para desvincular a sequência

numérica explícita no nome das disciplinas, transmitindo a impressão de que entre elas existem pré-requisitos, quando na realidade elas podem ser cursadas em qualquer ordem, permitindo uma maior flexibilidade de percurso dos alunos no curso. A nova nomenclatura sugerida seria ajustada dos nomes como segue:

- Laboratório de Programação 1 para Laboratório de Programação – Procedimental.
- Laboratório de Programação 2 para Laboratório de Programação – Estruturada.
- Laboratório de Programação 3 para Laboratório de Programação – Projetos de Programas.
- Laboratório de Programação 4 para Laboratório de Programação – Objetos.

Com essa nova nomenclatura os objetivos e os conteúdos das disciplinas ficariam definidos de modo mais apropriado, contribuindo para o planejamento e para a organização das experiências que serão desenvolvidas nas disciplinas.

Nesta pesquisa, sugerem-se apenas elementos para o redesenho mais efetivo das disciplinas LP1. Para Laboratório de Programação – Procedimental, antiga LP1. Assim, foi definido o seguinte objetivo geral: capacitar o estudante para analisar e interpretar uma especificação de software, com desenvolvimento de softwares de problemas reais numa linguagem de programação.

Os objetivos específicos compreenderiam o processo de conduzir gradativamente o aluno, ao longo da disciplina: a) programar aplicações legíveis em linguagem C mantendo o estilo de codificação; b) identificar em uma especificação os elementos de entrada e saída de dados; c) aplicar as operações relativas aos tipos simples de dados e

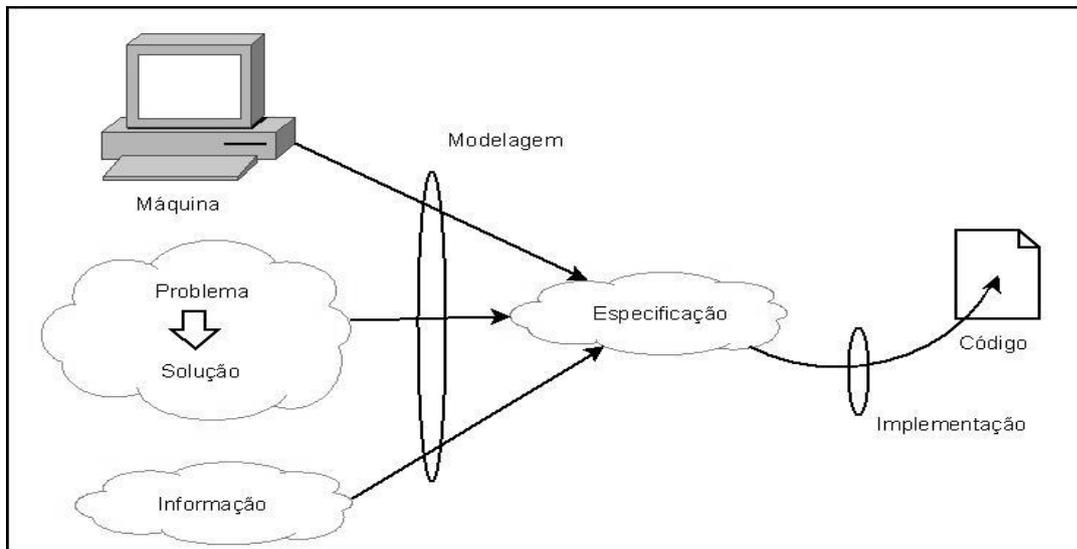
ponteiros; d) identificar e corrigir erros de compilação e execução de um software; e) aplicar técnicas de programação para organizar o código gerado; f) configurar e utilizar um ambiente de desenvolvimento de programas.

Apesar de não estar no foco da pesquisa, a disciplina Laboratório de Programação 2 também foi analisada ficando como Laboratório de Programação – Estruturada, antiga LP2, o objetivo geral compreenderia capacitar o estudante para analisar e interpretar uma especificação de software, desenvolvendo softwares a partir de problemas reais em uma linguagem de programação.

Em termos de objetivos específicos, o aluno deverá ser capaz de: a) programar aplicações legíveis em linguagem JAVA mantendo o estilo de codificação; b) identificar em uma especificação os elementos de entrada e saída de dados; c) aplicar as operações relativas aos tipos simples e agregados de dados e classes; d) identificar e corrigir erros de compilação e execução de um software; e) aplicar técnicas de programação para organizar o código gerado; f) configurar e utilizar um ambiente de desenvolvimento de programas; g) desenvolver soluções usando arquivos para armazenamento de dados.

Com essa redefinição de objetivos, a abordagem das disciplinas deverá tornar-se claramente prática e experimental, permitindo que os conteúdos trabalhados estejam em um ambiente fechado e controlado, com a finalidade de verificar os exercícios e as atividades, melhorando a capacidade de leitura e interpretação das especificações de softwares.

No esquema a seguir, estão ilustradas as áreas de atuação para o desenvolvimento de softwares para computadores, e que equaliza de forma consistente o foco de onde as disciplinas de laboratório de programação devem posicionar-se.

Gráfico 7 – Representação do foco da disciplina de Laboratório de Programação.

Neste esquema apresentado no **Gráfico 7** há os seguintes elementos principais: a área do problema que fica antes da modelagem, no qual são tratados o computador, a nuvem Problema/Solução e a nuvem Informação que caracterizam um nível de abstração para focar o problema, a solução, os dados envolvidos e em que lugar será executada a solução. Outro elemento é a especificação, nesta nuvem são estabelecidas às abstrações da solução computacional. Por último, aparece o código que é o resultado direto da implementação da especificação no programa executável no computador.

O esquema também ajuda a organizar e posicionar melhor outras disciplinas do curso de ciência da computação, no qual o foco de atuação das disciplinas de algoritmos e as disciplinas matemáticas devem ficar com os elementos de resolução do problema e com a modelagem para gerar as especificações do software. As disciplinas de Laboratório de Programação, por seu turno, devem atuar na modelagem e entre a especificação e o código, na linha da implementação.

Portanto, as disciplinas de laboratório devem tratar das técnicas e dos formalismos, visando à aprendizagem consistente da programação e que seja preparatória para as disciplinas subsequentes do curso.

Nos itens a seguir foram listadas formas de melhoria da organização dos conteúdos que podem ser ajustados nas disciplinas para viabilizar a efetiva existência de uma nova abordagem, buscando o laboratório como um ambiente para experimentar as técnicas, possibilitando avanço no quesito de codificação e na depuração de erros dos programas.

4.1 Organização do código e boas práticas de programação

Pode parecer estranho em um curso introdutório de programação, no qual o estudante terá o seu primeiro contato com uma nova linguagem, criar a preocupação de organização do código gerado. Porém, é justamente isso que os estudantes precisam conhecer logo de início, sendo disciplinados e sistemáticos para a geração de código, com a finalidade de evitar vícios no processo de escrita do código.

No mercado de trabalho cada empresa que desenvolve softwares possui um manual de estilo e boas práticas na escrita de códigos para padronizar a forma de desenvolvimento, facilitando com isso uma manutenção futura que possa vir a ocorrer com o software, sendo este apenas um dos aspectos de preocupação para o desenvolvimento de softwares com qualidade.

As atividades a serem desenvolvidas podem demonstrar ao estudante que, dada uma especificação de software, existem muitas formas de gerar um código que a atenda, mas existe um conjunto de técnicas que sistematizam e ajudam a organizar o código para termos maior eficiência e facilidade de correção e validação com a especificação dada.

A organização e estilo do código vão ajudar a definir os nomes das variáveis, de como serão utilizadas as rotinas de repetição, até como escrever um comentário de para uma linha do código.

Uma forma de trabalhar os conceitos sobre estilo de códigos e mostrar para os alunos códigos prontos mal escritos e questionar e incentivar sua correção, e permitir que sejam analisados os seus próprios códigos gerados a partir das atividades das aulas. Algumas técnicas de qualidade de software, como a revisão e inspeção do código poderão ser tratadas nas disciplinas.

4.2. Abstração de entrada e de saída de dados

Quando se trata da abstração de entrada e saída, pode-se referenciar uma abstração em relação ao uso da máquina (computador) com os seus elementos, sejam eles, de armazenamento, de memória ou de comunicação para troca de dados.

O estudante que tem chegado aos cursos superiores carrega uma bagagem de uso do computador muito diferente dos estudantes de alguns anos atrás. O computador faz

parte da vida cotidiana das pessoas e as formas de interação com a máquina sofreram mudanças, sendo que há várias formas de inserir dados em uma máquina, seja em um celular, em um caixa eletrônico de banco ou mesmo em um computador.

A grande maioria dos exercícios tratado em livros de lógica de programação e algoritmos traz como parte do enunciado a entrada de dados e, quase sempre, está ação é tratada pelo estudante como uma inserção dos dados via teclado. Criar a abstração da entrada e saída de dados poderá permitir que o estudante perceba que os valores a serem inseridos na aplicação podem vir de outras fontes, por exemplo, de um arquivo, de uma conexão da internet ou mesmo de outra aplicação.

Esse artifício é bem tratado quando parte-se da especificação do software, pois nela são definidos de onde serão captados os dados e para onde deverão ser enviados após o processamento dos dados para atingir os objetivos do programa.

4.3. Forma de trabalho da disciplina

Ao abandonar a necessidade de tratar em pormenor a resolução de problemas e a modelagem nas disciplinas de laboratório de programação, cria-se um espaço para trabalhar melhor à implementação de código que atenda a uma especificação. Portanto, a maior mudança será na forma de apresentar os conteúdos e os exercícios.

Nesta pesquisa, formalizando a capacidade esperada ao término dessas duas disciplinas de laboratório, o estudante deverá ser capaz de: a) escrever um programa pequeno (isto é, com 100 linhas aproximadamente) para satisfazer uma especificação; b)

entender as noções básicas de programação imperativa (como laços e procedimentos); c) e entender as noções básicas de programação orientada a objeto; d) usar programas que utilizam estruturas de dados básicas como *arrays*.

Os aspectos observados e tratados nas disciplinas de laboratório, para estimular, criar um ambiente propício ao desenvolvimento e para despertar o gosto dos alunos pela programação é a acessibilidade aos resultados. Uma percepção cada vez mais evidente nos novos alunos é a falta de persistência ao se deparar com uma dificuldade ou obstáculo. Portanto, o laboratório não deve ser uma disciplina que bloqueie o aluno, ao invés disso, deve permitir que ele consiga perceber os conceitos envolvidos e, ao experimentar e testar uma solução, entenda as necessidades de estudo que estão associadas àquele conceito.

Para atingir esses objetivos, os exercícios, as atividades devem ser elaboradas apresentando a especificação do sistema, informando o propósito daquele sistema, determinando as pré-condições para o sistema funcionar, as pós-condições da execução do sistema, além de informar os parâmetros de entrada e a saída esperada com as possíveis variantes, como erros e exceções. O estudante deverá aplicar as técnicas de programação e seguir o manual de estilo de programação.

4.4. Avaliação e acompanhamento do estudante

O acompanhamento da disciplina deve ser repensando com todas essas mudanças sugeridas, para validar o aprendizado do aluno no laboratório. Para as disciplinas de laboratório de programação não seria mais utilizada a avaliação escrita (prova), pois as avaliações e o acompanhamento deveria ser realizado no próprio

laboratório, por meio de atividades práticas desenvolvidas em sala e em atividades extra-aula, mas com demonstração dos resultados em aula.

Haveria três tipos de atividades: individuais, em grupo e colaborativas. Nas atividades individuais cada aluno teria que resolver seu exercício, podendo conversar e trocar ideias com os colegas de sala.

Para as atividades em grupo, a solução deveria ser feita pelo grupo, sendo este um momento propício para aprender a trabalhar com outras pessoas, sendo importante que os estudantes aprendam a dividir a tarefa em pequenas partes, juntando depois, com resultado que leve o sistema a funcionar. O maior cuidado a ser tomado nessas atividades é para que os estudantes percebam com quem trabalhar, pois poderá acontecer de um estudante “individualista” participar de um grupo e querer fazer tudo sozinho.

As atividades colaborativas, por seu turno, irão atender a demanda de fazer manutenção em um código pronto. Portanto, um grupo vai desenvolver um sistema e outro grupo vai fazer sua manutenção. Essas atividades vêm destacar a importância de se escrever um bom código, seguir a especificação, fazer comentários pertinentes.

Com essas atividades poder-se-á propiciar as técnicas para garantia da qualidade do software usando a revisão, processo pelo qual o próprio estudante revisa o seu código antes de compilar e anota os erros encontrados, bem como a técnica de inspeção, na qual, outro estudante inspeciona o código feito e aponta os erros encontrados. A utilização dessas técnicas está ganhando força e sendo amplamente aplicadas em empresas de desenvolvimento de softwares, sendo que, a título de exemplo, o pesquisador tem ministrado treinamento em empresas para adoção dessas técnicas nas mesmas.

Para essa nova sistemática de trabalho e de avaliação é necessário o uso de um instrumento que auxilie o professor para acompanhar e garantir o bom desenvolvimento das atividades e da disciplina. O ambiente Moodle pode auxiliar nessa tarefa de controle.

4.5 Ambiente de aprendizado eletrônico na disciplina

Nessa nova perspectiva dada à disciplina de laboratório de programação, torna-se vital o uso de ferramentas que auxiliem o controle e o acompanhamento tanto para o professor quanto em relação ao próprio aluno.

A utilização da plataforma Moodle é uma boa alternativa, sendo que foi criado para cada disciplina um curso respectivamente, o ambiente serve para controlar o percurso e o desenvolver da disciplina. Os seguintes elementos podem ser implementados no ambiente: a) disponibilização de material didático; b) disponibilização das atividades individuais e em grupo; c) ferramentas de interação e comunicação entre estudantes e professores; d) espaço para entrega das atividades com possibilidade de retorno da correção; e) ambiente para o desenvolvimento colaborativo; f) controle de presença, participação e notas nas aulas e atividades.

Outros ambientes de desenvolvimento que podem ser utilizados, conforme a necessidade seria: para as atividades de programação utilizar o ambiente integrado de desenvolvimento aderente a linguagem de programação ensinada; para as atividades de modelagem utilizando outras ferramentas para auxiliar na visualização de um modelo contendo uma especificação de sistema.

4.6 Ciclo 2: segunda intervenção

O ciclo 2 se iniciou no segundo semestre 2009, o professor Ítalo foi convidado para participar das discussões, pois ele é o professor de engenharia de software e recebe os alunos a partir do quinto semestre do curso.

As discussões nesse ciclo partiram dos resultados obtidos no Ciclo 1 e ganharam muita qualidade com a participação do Prof. Ítalo, pois, nesse momento, conseguimos, efetivamente, fazer uma intersecção vertical no curso, ficou mais clara a visão de qual a necessidade que os alunos têm para frente do curso. Pode-se ter uma ideia de como o aluno chegou ao quinto semestre do curso do ponto de vista de programação e organização do código.

Realizamos reuniões semanais durante o segundo semestre de 2008, preparando a disciplina para efetivar-se no primeiro semestre de 2009. As reuniões também serviam para definir e preparar as mudanças na disciplina de Laboratório de Programação 2 que ocorria durante o semestre. Essa discussão não foi trazida para este trabalho, ficando para um futuro na reformulação do curso.

Nas reuniões foram discutidas questões sobre o desenvolvimento de software, e ficou constatado que os alunos só estavam tendo contado com as fases do desenvolvimento de software na disciplina de Engenharia de Software. Resolvemos antecipar esses conceitos para o primeiro semestre do curso. Ainda dessa discussão percebemos que os

estudantes são formados para o desenvolvimento de softwares de pequeno porte. E quando eles vão atuar no mercado de trabalho a realidade é outra.

Outra questão importante que foi levantada indicava a falta de métodos para atingir os objetivos de programação, a disciplina de Laboratório de Programação 1 utiliza-se apenas do desenvolvimento de algoritmos como técnica para analisar problemas. Como foi percebido no Ciclo 1, o algoritmo representa o entendimento do problema a ser solucionado, e não deve ser usado como uma representação direta da programação.

Um tema muito importante que também foi levantado nas reuniões foi o uso da matemática no curso de Ciência da Computação, e ela deve ser vista como uma ferramenta para a computação, isto foi exposto no capítulo 3. O conhecimento matemático ajuda sobremaneira no desenvolvimento do pensamento abstrato, na forma de modelar a natureza e os elementos da realidade.

Nas discussões, o tema abstração emergiu, percebendo-se que a abstração necessária para computação é diferente da abstração vista com a matemática. Na computação a abstração deve ser aplicada para amplificar o que interessa ignorando o irrelevante. Veja o exemplo a seguir, olhando para uma garrafa, na abstração matemática representa um cilindro com todas as suas fórmulas, já com o olhar da computação pode-se ver e calcular o volume do cilindro, mas também se pode modelar a garrafa como um elemento do estoque de uma indústria, ou a tipificação do preço de venda ao consumidor.

A disciplina foi reorganizada para trabalhar a questão de modelagem no desenvolvimento de software, foi introduzido o conceito das fases de desenvolvimento de software, foram introduzidas técnicas de modelagem, como diagrama de atividades (DAT), para ajudar a representar o código, como interface com o ambiente (ICA) que ajuda na

descoberta dos comportamentos que a aplicação deve atender para satisfazer os requisitos. Outra ação importante na disciplina foi a cobrança da documentação, e validade dos testes.

Os enunciados das questões também foram reformulados, e diminuimos a quantidade de exercícios com a finalidade de focar no processo de desenvolvimento do software. A escolha dos novos temas para os enunciados foram definidos nas reuniões entre os professores, e teve o resgate de situações do cotidiano, que apresentassem soluções lineares e de baixa complexidade matemática. Os temas definidos: cálculo de IPVA, cálculo do IMC, controle do *dispenser* de notas de um caixa eletrônico e controle de ar condicionado.

As atividades que os alunos deveriam cumprir eram: 1) analisar e levantar a lista de requisitos com o uso da técnica ICA; 2) modelar o design da aplicação com o uso do DAT; 3) codificar a programação com o uso da linguagem C/C++; 4) testar a aplicação usando a técnica de validação; 5) entregar a documentação final do sistema.

A execução do experimento aconteceu no primeiro semestre de 2009 na disciplina LP1 que contou com 60 alunos distribuídos em três turmas de 20 alunos do curso de ciência da computação, o uso do ambiente Moodle para controle de presença, recebimento dos trabalhos e fóruns de discussões.

Os alunos recebiam o enunciado e formavam grupos para o desenvolvimento da atividade, eles podiam pesquisar na Internet livremente para ajudar a entender, buscar detalhes e familiarizar-se com o tema. Eles precisavam entregar a documentação que envolvia: a fase de análise para levantar e identificar os requisitos; a fase de *design* fazendo a modelagem a partir de mapeamento com os requisitos; a fase de codificação para a partir da modelagem criada, mapear o código necessário para atendê-lo; e a fase de teste para

poder verificar e validar se os requisitos foram atendidos e se o código está aderente com a modelagem.

Os resultados obtidos foram bem satisfatórios, os três professores ainda se reuniram nesse semestre para discutir os enunciados e analisar os documentos gerados pelos alunos. Novos ajustes eram feitos nas aulas posteriores. O professor de engenharia de software mostrou-se empolgado com o andamento e já planeja ajustar a disciplina para o futuro.

Para essa tese serão incluídos alguns trabalhos entregues pelos alunos com a finalidade de ilustrar a diferença em relação aos trabalhos apresentados no ciclo 1.

Para o primeiro enunciado, cálculo do IPVA, ainda não havia sido apresentada a técnica ICA. Foram feitos pequenos ajustes de formatação para facilitar a visualização.

Enunciado

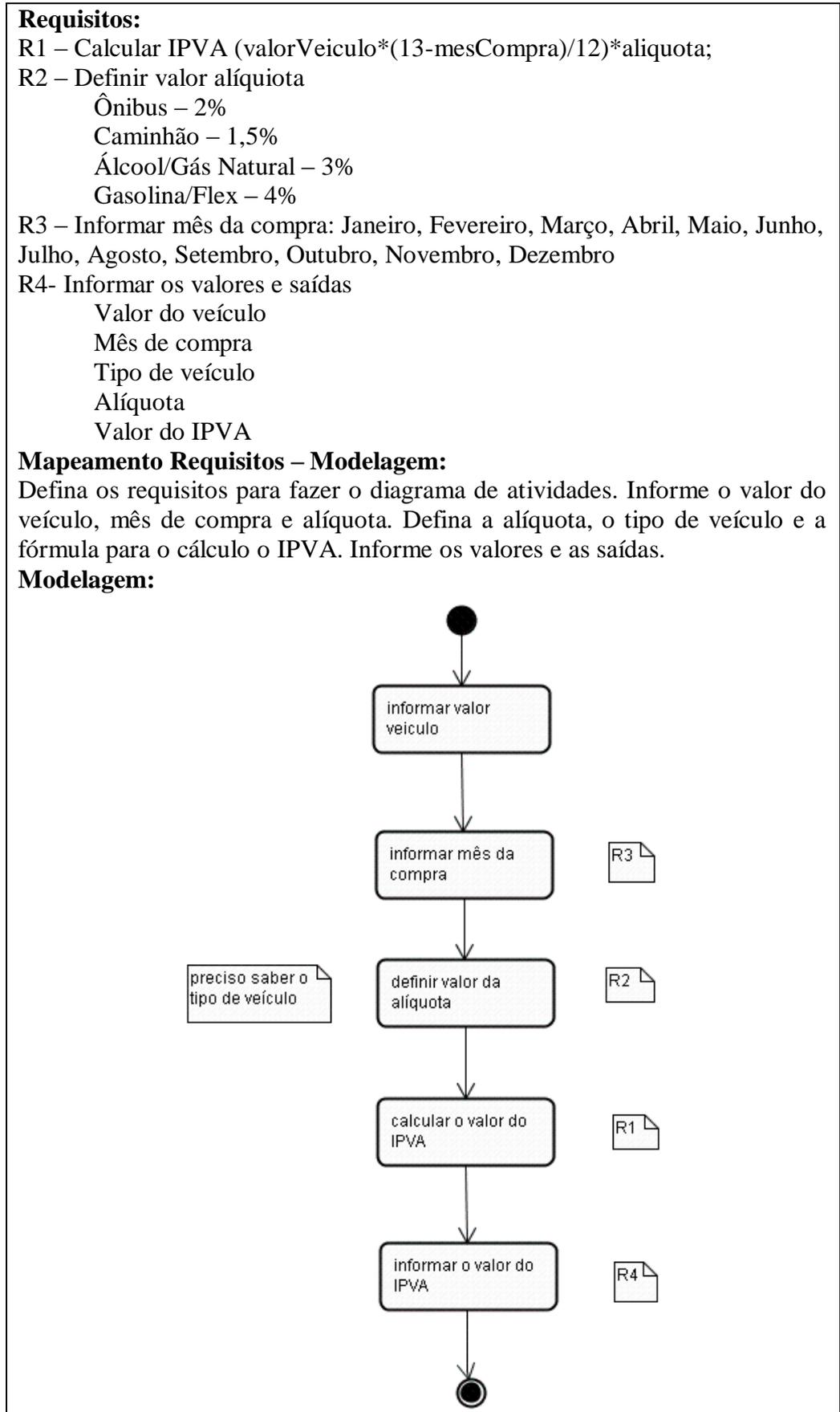
- 1) Um revendedor de veículos, localizado na cidade de São Paulo, ao realizar uma venda bonifica o cliente pagando o IPVA, apenas para carros novos. Porém ainda faz todos os cálculos na mão usando uma calculadora.

Elabora uma aplicação que calcule o IPVA de veículos novos para o estado de São Paulo.

Procedimentos:

1. Faça uma pesquisa sobre as formas de calcular o IPVA para carro novo
2. Elabore uma lista de requisitos
3. Modele uma solução computacional para o problema
4. Codifique em linguagem C/C++

Resolução de um grupo de alunos:



Mapeamento Modelagem – Código:

No código anterior o comando `int main` tinha como função principal armazenar 3 dados: valor veiculo, mês compra e valor alíquota. Com o comando `float`, criei a variável `informaValor` para armazenar em um só comando o valor do veiculo, mês compra e alíquota que o usuário informa, substituindo o `int main`, ou seja, generalizei a fórmula. Foi feita a substituição do comando `cout digite valor e cin valorVeiculo` pelo comando `float informaValor` para: valor veiculo, mês compra e alíquota.

Código:

```
#include<iostream>
using namespace std;

float informaValor (string mensagem){
    cout<<mensagem;
    float valor;
    cin>>valor;
    return valor;
}

int main(){
    float valorVeiculo = informaValor("digite o Valor Veiculo: ");
    int mesCompra = informaValor("digite o Mes da Compra: ");
    float aliquota = informaValor("digite Valor Aliquota: ") / 100;

    float valorIpva = (valorVeiculo*(13-mesCompra)/12)*aliquota; //calcula O
Valor Ipva
    cout<< "Valor IPVA: " << valorIpva<<endl;
    system("pause");
    return(0);
}
```

A mudança foi muito rica, pois apenas com um exercício percebemos que o aluno começa a perceber desde o início do curso a importância de seguir um processo de desenvolvimento envolvendo: levantamento dos requisitos e documentação da aplicação. As atividades foram realizadas no laboratório e os alunos puderam testar e validar a aplicação pronta.

Nos enunciados aplicados na disciplina, a matemática necessária continuou sendo simples, pois os programas foram de pouca complexidade.

Enunciado:

- 2) Numa Academia de Ginástica, todos os alunos devem passar pelo exame que calcula a massa corporal para definir como será o seu treinamento. O dono da academia te pediu para desenvolver uma aplicação que calcule o valor do índice de massa corporal (IMC). Utilizando técnicas de modelagens e documentação, implemente uma solução para esta academia.

Resolução de um grupo de alunos

1. Requisitos

R1. Informar valor peso

R2. Informar valor altura

R3.FÓRMULA

valorIMC= (peso/((altura)(altura))*

1.1 Levantamento

Conheça o Índice de Massa Corporal, um método fácil no qual qualquer um pode obter uma indicação, com bom grau de acuidade, se está abaixo do peso, no peso ideal, acima do peso ou obeso.

O que é o Índice de Massa Corporal?

O Índice de Massa Corporal (IMC) é uma fórmula que indica se um adulto está acima do peso, se está obeso ou abaixo do peso ideal considerado saudável. A fórmula para calcular o Índice de Massa Corporal é: $IMC = \text{peso} / (\text{altura})^2$

Segundo o IMC, quem é considerado acima do peso e quem é obeso?

Antes de tudo, é preciso salientar que o Índice de Massa Corporal é apenas um indicador, e não determina de forma inequívoca se uma pessoa está acima do peso ou obesa.

A Organização Mundial de Saúde usa um critério simples:

Condição	IMC em adultos
abaixo do peso	abaixo de 18,5
no peso normal	entre 18,5 e 25
acima do peso	entre 25 e 30
obeso	acima de 30

A vantagem do sistema da Organização Mundial de Saúde é que ele é simples, com números redondos e fáceis de utilizar.

Há outros critérios mais detalhados. Os resultados da NHANES II survey (National Health and Nutrition Examination Survey), uma pesquisa realizada nos Estados Unidos entre 1976-1980, indicaram a adoção dos seguintes critérios:

Condição	IMC em Mulheres	IMC em Homens
abaixo do peso	< 19,1	< 20,7
no peso normal	19,1 - 25,8	20,7 - 26,4
marginalmente acima do peso	25,8 - 27,3	26,4 - 27,8
acima do peso ideal	27,3 - 32,3	27,8 - 31,1
obeso	> 32,3	> 31,1

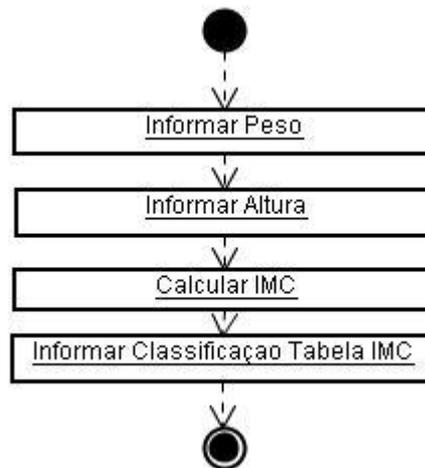
2. Mapeamento Requisitos Modelo

- 1) Inicio
- 2) Usuário informa o Peso
- 3) Usuário informa a Altura
- 4) Calcula o IMC: baseado nos atributos descritos acima: Valor do Peso, Valor da Altura, o valor do IMC será calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{valorIMC} = (\text{peso} / ((\text{altura}) * (\text{altura})))$$

Após isso dependendo do valor informado, aparecerá uma mensagem informando sua classificação de acordo com a tabela de IMC

3. Diagrama de Atividade (DAT - modelo)



4. Mapeamento Modelo Código

Os seguintes atributos deverão ser informados pelo consumidor e será inserido no sistema manualmente:

- peso;
- altura;

O programa recebe esses valores e calcula de acordo com a fórmula $(\text{peso} / (\text{altura} * \text{altura}))$ e após isso foi empregado o “if” para determinar o tipo de situação q o usuário estará por exemplo se ele está com IMC 17 aparecerá que ele está na situação “abaixo do peso” de acordo com o código

5. Código

```
//Programa para calcular Índice de Massa Corporal
//Autor: Arthur Tavares e Carolina Pellicer
//versao 1 - fazer entrada de dados
#include <iostream>
using namespace std;

float receberValores(string mensagem)
{
    float valor;
    cout<<mensagem;
    cin>>valor;
    return valor;
}

float valorIMC(float peso,float altura)
{
    return (peso/(altura*altura));
}

string definirSituacao(float imc)
{
    if (imc<=18.5){
        return "abaixo do peso";
    }
    if (imc>18.5&&imc<=25){
        return "peso ideal";
    }
    if (imc>25&&imc<=30){
        return "acima do peso";
    }
    if (imc>30){
        return "obeso";
    }
}

int main()
{
    float peso=receberValores("Entre com o peso: ");
    float altura=receberValores("Entre com a altura: ");
    cout<<"\n valorIMC:"<<valorIMC(peso,altura);
    cout<<"\n Situação:"
        <<definirSituacao(valorIMC(peso,altura))<<endl;
    system("pause");
    return(0);
}
```

6. Comportamento – Interface

Calcule seu Índice de Massa Corporal

PESO:

ALTURA:

CALCULE

IMC:

Condição	IMC em Mulheres	IMC em Homens
abaixo do peso	< 19,1	< 20,7
no peso normal	19,1 - 25,8	20,7 - 26,4
marginalmente acima do peso	25,8 - 27,3	26,4 - 27,8
acima do peso ideal	27,3 - 32,3	27,8 - 31,1
obeso	> 32,3	> 31,1

Neste código, pode-se perceber que já aparece uma organização procedimental, da qual podemos avaliar o grau de aderência do código com a modelagem.

Essa percepção do código deixou os professores muito satisfeitos e animados pois, de fato, essa organização procedimental só surgia do meio para o final da disciplina Laboratório de Programação 2.

No enunciado apresentado a seguir, foi aumentada a complexidade da computação envolvida, e os enunciados passam a ter trechos de códigos que devem ser utilizados na solução.

3) O equipamento de condicionamento de ar de uma residência regula automaticamente sua potência de maneira a manter a temperatura ambiente próxima de 20. Para isto, o equipamento está conectado a um sensor que registra a temperatura ambiente a intervalos de tempo regulares.

De acordo com as últimas 10 temperaturas registradas, o equipamento altera a potência do refrigerador. Para resfriar ele aumenta a potência do refrigerador. Para aquecer, ele a diminui, ou ainda nada faz, preservando a temperatura ambiente. Os seguintes requisitos regulatórios devem ser atendidos pelo equipamento de condicionamento de ar:

- aumenta a potência se o valor médio das 10 temperaturas for maior do que 20,5° ou se as duas últimas temperaturas forem maiores do que 21° (mesmo que a média das 10 seja menor do que 19,5°);
- reduz a potência se o valor médio das 10 temperaturas for menor do que 19,5° ou se as duas últimas temperaturas forem menores do que 19° (mesmo que a média das 10 seja maior do que 20,5°);
- mantêm a potência nas demais situações.

Modele uma aplicação para simular o controle do equipamento sobre a potência do refrigerador em função das mudanças de temperatura informadas pelo sensor.

A aplicação deverá exibir:

- a. lista de 10 leituras de temperatura
- b. mostra a média desta lista
- c. mostrar a atividade do refrigerador

É dada a seguinte função que simula o sensor.

```
#include <ctime>
float sensor(){
    float temperatura;
    temperatura = 15 + rand() % 100 / 10.0;
    return (temperatura);
}
```

Incluir o gerador de números aleatórios, no início da função *main*:

```
srand(time(NULL));
```

*Para informação: O que é uma máquina de estados?
Esse problema poderia ter sido resolvido com uma máquina de estados? Porque?.*

Resolução de um grupo de alunos.

1. Requisitos

R1. Sensor Temperatura Informa Temperatura

R2. AC aumenta temperatura quando $V_m > 20,5^\circ$

R3. AC aumenta temperatura quando $V_u > 21^\circ$

R4. AC aumenta temperatura quando $V_m < 19,5^\circ$

R4. AC aumenta temperatura quando $V_u < 19^\circ$

R5. AC mantém temperatura quando V_m e $V_u > 19,6^\circ$ e $< 20,4^\circ$

R6. AC informa usuário sobre ação (Aumenta/Diminui/Mantém)

1.2 Levantamento

O Ar Condicionado de uma residência está programado para manter a temperatura ambiente a 20°C . Para isso, existe um sensor que informa a temperatura média das últimas 10 ocorrências e os 2 últimos valores. Sendo assim, o mecanismo do AC pode aumentar, diminuir ou manter a temperatura conforme alteração.

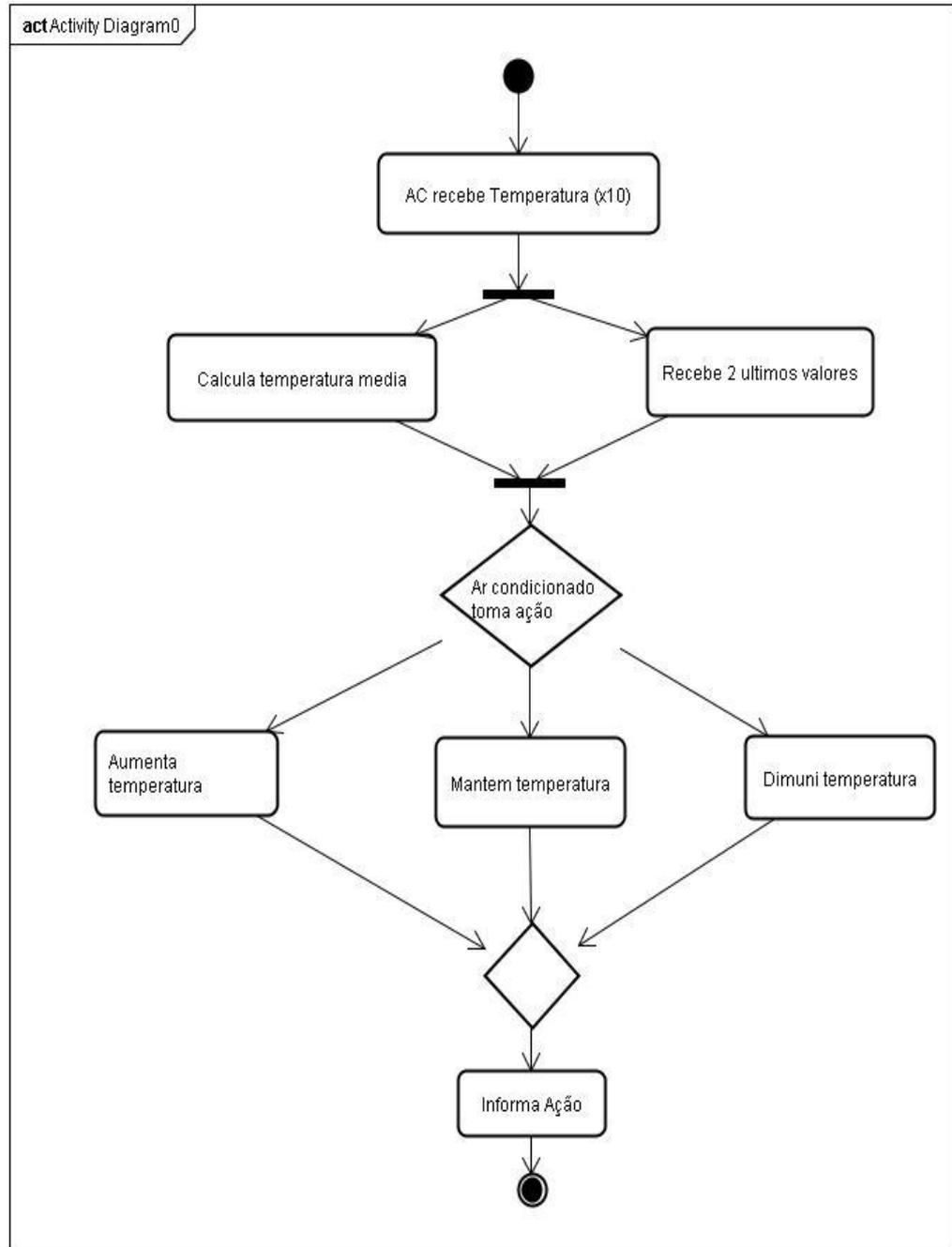
O Ar condicionado também mantém o usuário informado de suas ações.

Condição	Valor Médio (10)	(2) Últimos Valores
Aumenta Temperatura	$> 20,5^\circ$	$> 21^\circ$
Diminui Temperatura	$< 19,5^\circ$	$< 19^\circ$
Mantém Temperatura	$\Rightarrow 19,6^\circ // \Leftarrow 20,4^\circ$	$\Rightarrow 19,1 // \Leftarrow 20,9^\circ$

2. Mapeamento Requisitos Modelo

- 1) Início
- 2) Sensor Informa Temperatura Média e 2 Últimos Valores
- 3) AC identifica condição
- 4) AC toma ação conforme valor:
- 5) Ac informa usuário da ação.

3. Diagrama de Atividade (DAT - modelo)



4. Mapeamento Modelo Código

Os seguintes atributos deverão ser informados pelo sensor do AC que utiliza a seguinte lógica:

```

#include <ctime>
float sensor()
{
float temperatura;
temperatura = 15 + rand() % 100 / 10.0;
return (temperatura);
}
  
```

Incluir o gerador de números aleatórios, no início da função *main*:
`srand(time(NULL));`

Variáveis:

Temperatura Média

2 Últimos Registros de Temperatura

O programa recebe esses valores e toma uma ação de acordo com a fórmula ($T_m > 20,5^\circ\text{C}$, $T_m < 19,5^\circ$, $T_u > 21^\circ$, $T_u < 19$, $T_m > 19,6$ e $< 20,4$) e após isso foi empregado o “if” para determinar o tipo de ação que o ar condicionado terá: Aumentar, diminuir ou Manter a temperatura.

O Sistema também informará o usuário sobre a ação tomada.

5. Código

```
//Programa para manter temperatura ambiente
```

```
//Autor: Carolina Pellicer
```

```
//versao 1 - fazer entrada de dados
```

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
float receberValores(string mensagem)
```

```
{
    float valor;
    cout<<mensagem;
    cin>>valor;
    return valor;
}
```

```
float valorTemp(vmedio,vultimo)
```

```
{
    return ();
}
```

```
string definirSituacao(float imc)
```

```
{
    if (vmedio>20.5)
    {
        return "Aumenta Temperatura";
    }
    if (vmedio<19.5)
    {
        return "Diminui Temperatura";
    }
    if (vmedia>19.5&&imc<=21,4)
    {
        return "Mantem Temperatura";
    }
}
```

```

    if (vultimo>21)
    {
        return "Aumenta Temperatura";
    }
    if (vultimo<19)
    {
        return "Diminui Temperatura";
    }
}

int main()
{
    float vmedia=receberValores("Sensor Informa Media: ");
    float vultimo=receberValores("Sensor informa ultimos valores: ");
    cout<<"\n valorTemp:"<<valorTemp(vmedia,vultimo);
    cout<<"\n Situacao:"<<definirSituacao(valorTemp(vmedia,vultimo))<<endl;
    system("pause");
    return(0);
}

```

6. Comportamento – Interface

Ar Condicionado Residencial	
Temperatura Ambiente:	_____ °C
Temperatura Média:	_____ °C
2 Últimas Marcações:	_____ °C
Ação Ar Condicionado:	

Nessa resolução, no diagrama de atividades, os alunos usaram uma modelagem de atividades em paralelo, e isso só é tratado a partir do segundo ano do curso.

Após a execução do Ciclo 2, pode-se observar um ganho significativo no que diz respeito à abstração, organização do código, documentação e gosto pela disciplina. Os

alunos apresentavam uma grande motivação com a aula, pois eles percebiam e faziam relações com a disciplina desenvolvimento de algoritmos.

O ambiente Moodle foi utilizado intensamente no controle e acompanhamento da disciplina. Ele foi utilizado para divulgação de material, como por exemplo, as apresentações sobre a técnica ICA, bem como, todos os enunciados utilizados.

Para cada atividade, os alunos entregavam a primeira versão da documentação mais a primeira versão do código. Como cada enunciado durou mais de uma aula, nas aulas seguintes os alunos eram estimulados a atualizar a documentação e o código. Com isso foram geradas várias versões de códigos e documentações caracterizando um processo iterativo de desenvolvimento de software.

O Moodle também foi utilizado para controlar a presença dos alunos, mas no formato de chamada, para isso foi criada uma série de tarefas *offline*, na qual o professor marcava zero para aluno presente e um ou dois no caso de ausência do aluno. Isso possibilitou o aluno acompanhar suas notas das atividades bem como suas faltas a qualquer momento.

Para o melhor uso do Moodle, faz-se necessário o uso de uma tarefa especial que ajude a controlar as versões dos documentos impressos, com recursos de comparação entre as versões e controle de quem alterou o documento.

O ambiente possibilitou aos professores acompanhar e controlar o andamento da disciplina, e permitiu a emissão de relatórios completos com as notas dos alunos e presença. Mas ainda falta estimular os alunos a utilizarem o fórum para discussão sobre os conceitos apresentados na aula.

Em algumas reuniões do ciclo 2, foram propostas um conjunto de mudanças e ajustes para as disciplinas subsequentes de Laboratório de Programação, como apresentar os conceitos de orientação a objetos, trabalhar com os elementos de programação como: variáveis; rotinas de repetição; formatação e organização do código, projeto de software, etc...

A disciplinas de Laboratório de Programação 2 deverá tratar dos elementos de programação, da formatação de estilo e organização do código, tratar da linguagem de programação JAVA, iniciar a apresentação dos conceitos de classe, objetos, métodos e atributos.

A disciplina de Laboratório de Programação 3 retoma a questão do processo de desenvolvimento de software, mas agora com o foco no paradigma orientado a objetos, volta a tratar de abstração, modelo, classes, objetos e técnicas de para o desenvolvimento de softwares.

E na disciplina de Laboratório de Programação 4 a proposta e focada no desenvolvimento de projetos de software, isto é, fazer o tratamento adequado para definir uma boa arquitetura de software, permitindo que seja flexível e passível de manutenção.

* * *

Após aplicar os dois ciclos da pesquisa foram feitas as considerações finais sobre este trabalho, na qual foram resgatados os objetivos e analisados os resultados finais.

Considerações Finais

O currículo prescrito no âmbito do Curso de Ciência da Computação da PUC-SP comporta um elenco grande de disciplinas, pensadas para funcionar em colaboração. Porém, o esforço docente e discente de colocar estes componentes curriculares em ação encontra dificuldades imprevistas que pesam sobre as práticas docentes, sobretudo, no sentido de acompanhar o dinamismo tanto do conteúdo do curso quanto das mudanças de foco de interesse das pessoas que o procuram.

Assim, o pesquisador pôde confirmar sua hipótese inicial de que houve poucas mudanças nos conteúdos e na forma de ensiná-los durante os últimos doze anos no que diz respeito à disciplina Laboratório de Programação no interior do Curso de Ciência da Computação da PUC-SP, o que tem contribuído sobremaneira para a diminuição da atratividade da mesma junto aos alunos e para a ausência da adequada formação dos egressos com a qualidade necessária, para o exercício da profissão envolvendo a programação computacional.

Nessa direção, uma série de dificuldades a serem superadas foram apontadas e comentadas, no terceiro capítulo desse trabalho, com destaque para a necessidade de definir mais claramente o conteúdo e a forma de direcionar o trabalho com o mesmo, seja porque conteúdos de outras disciplinas do currículo eram cobrados e/ou trabalhados

inoportunamente, seja porque as atividades tinham enunciados pouco evidentes e que se dedicavam a criar dificuldades aos estudantes que não eram necessariamente relacionadas ao escopo de ensino e de aprendizagem da disciplina.

Constatados os problemas, houve a percepção pelo pesquisador, primeiramente, de que a disciplina ganharia em qualidade e atratividade caso sejam aproveitados de modo consistente os ganhos recentes do desenvolvimento da informática e da comunicação educativa, sobretudo, das novas tecnologias aplicadas à educação, pois, sem dúvida, esse é um universo familiar e de interesse dos alunos.

Em segundo lugar, a emergência do aprendizado eletrônico, mediado por sistemas de computadores, com desdobramentos que tornaram possível uma combinação sinérgica entre a revolução microeletrônica, a comunicação digital e a educação, por meio da criação e disseminação de diversos sistemas eletrônicos de gerenciamento da aprendizagem, aplicados de modo consistente no ensino a distância, semi-presencial e presencial, com destaque para o sucesso alcançado pela proposta inovadora contida no Moodle.

As teorias sobre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem (VALENTE, 2005) referenciam estratégias do ensino e aprendizagem de programação e a preocupação com o uso do computador como agente mediador para aprendizagem. Essas teorias complementam os objetivos desse trabalho ao apresentar questões motivacionais sobre a aprendizagem de programação.

Assim, a proposta de inovação do ensino da disciplina contempla alterações de toda ordem no formato da disciplina – de melhor definição do conteúdo explícito da mesma, com foco em atividades e situações cotidianas dos alunos; de aperfeiçoamento dos enunciados das atividades, focalizando mais detidamente o conteúdo da disciplina e fornecendo de antemão as informações afetas a outras disciplinas do curso; de elaboração de avaliações criativas e que levem ao desenvolvimento tanto da real capacidade de programação e de modelagem de sistemas pelos alunos.

Na visão do pesquisador, este conjunto de inovações colocados em prática possibilitou que os estudantes tivessem outra percepção sobre a programação, conferindo-lhes um entendimento importante para sua formação e exercício profissional futuro, com consequências benéficas para esses mesmos estudantes e para a sociedade da qual é participe. Fundamenta essa proposição uma ideia importante, qual seja, a de que liberdade e autonomia são pressupostos e resultados esperados de uma educação de qualidade.

Os limites dessa investigação são claros. A realidade mostra-se desafiadora ao pesquisador e, simultaneamente, ao professor e coordenador de curso, mas a utilidade desse mergulho investigativo, seja na questão da informática e da comunicação educativa, seja na apresentação dos diferentes ambientes de aprendizagem e, em especial, do Moodle, seja, por fim, na análise mais detida da situação de uma disciplina específica (Laboratório de Programação), tornou possível construir uma proposta de inovação didática que usufrui decididamente desses conhecimentos associados no âmbito dessa tese.

Essa tese contribuiu para a formação, dentro do curso de Ciência da Computação da PUCSP, de um grupo de trabalho contínuo para discutir o ensino do desenvolvimento de software e discutir as interfaces com as outras disciplinas do curso. Esse grupo está viabilizando e concretizando as mudanças nas disciplinas propostas nesta tese.

Referências

ALAVA, Séraphin *et.al.* **Ciberespaço e formações abertas:** rumo a novas práticas educacionais? Porto Alegre: Artmed, 2002.

ALMEIDA, Fernando José de. **Educação e informática:** os computadores na escola. 3ª. ed. (revista e ampliada). São Paulo: Cortez, 2005.

BARBOSA, Lisbete Madsen. **Ensino de Algoritmos em Cursos de Computação.** São Paulo: EDUC. 2001.

BEHRENS, Marilda. Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente. In: MORAN, José Manuel *et. al.* **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 12ª. ed. Campinas/SO: Papyrus. p. 67-132, 2000.

BERTRAND, Yves. **Teorias Contemporâneas da Educação.** 2ª. ed. Lisboa: Instituto Piaget; Horizontes Pedagógicos, 2001.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean Claude. **A Reprodução:** elementos para uma teoria do sistema de ensino. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982.

CAMBI, Franco. **História da Pedagogia.** São Paulo: Editora da UNESP, 1999.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede** (A Era da Informação: economia, sociedade e cultura) Vol.1. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

COBB, Paul *et al.* Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, Vol. 32, Nº. 1, jan.feb/2003. p. 9-13, 2003.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática:** da teoria à prática. 10ª. ed. Campinas/SP: Papyrus. (2003).

DISESSA, A.; COBB, P. Ontological innovation and the role of theory in design experiments. **Journal of the Learning Sciences**, 13 (1), 77-103. Retrieved March, 2004 from <http://inkido.indiana.edu/design/disessa.doc>, 2004.

DOUGIAMAS, Martin; TAYLOR, Peter C. Moodle: using learning communities to create an open source course management system. **EDMEDIA 2003 Conference**, Honolulu, Hawaii. Disponível em <<http://dougiamas.com.writing/edmedia2003/>> Acessado em 18/01/2009.

DUPAS, Gilberto. O mundo começou e acabará sem o homem. **Folha de S.Paulo**. 30/01/2007. Disponível em: <<http://www.1folha.uol.com.br/bsp/opiniaofz3001200708.htm>> Acessado em: 30/01/2007.

EICHLER, Marcelo Leandro; PINO, José Claudio Del. **Ambientes virtuais de aprendizagem**: desenvolvimento e avaliação de um projeto em educação ambiental. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

FILATRO, Andréa. **Design instrucional contextualizado**: educação e tecnologia. São Paulo: Senac São Paulo, 2004.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas/SP: Autores Associados, 2006.

FORBELLONE, André Luiz Villar; EBERSPACHER, Henri Frederico. **Lógica de Programação**: a construção de algoritmos e estrutura de dados. 2ª. ed. (revisada e ampliada). Makron Books, 2000.

GATTI, Daniel Couto. **Sociedade informacional e an/alfabetismo digital**: relações entre comunicação, computação e Internet. Bauru/SP: EDUSC; Uberlândia/MG: EDUFU, 2005.

GOIS, Antônio; CONSTANTINO, Luciana. Escola não motiva e perde alunos. **Folha de São Paulo**. 07/01/2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/bsp/cotidian/ff0701200701.htm>> Acessado em: 07/01/2007.

HARASSIM, Linda. On-line Education: a new domain. In: MASON, Robin; KAYE, Anthony (eds.) **Mindweave**: communication, computers and distance education. Pergamin Press: Oxford, 1989. Disponível em: <<http://www.icdl.open.ac.uk/mindweave/mindweave.html>> Acessado em: 20/03/2002.

HOUAISS. Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br>> Acessado em: 2006-7

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A Construção do Saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1999.

LEARNING POINT ASSOCIATES **Indicator**: Engaging Learning Environments. Disponível em: <<http://www.ncrel.org/engauge/framework/efp/environ/efpenvin.htm>> Acessado em: 26/01/2007.

LOGO FOUNDATION. **What is Logo?** Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index.html>> Acessado em: 02/01/2007.

LUGER, George F. **Inteligência Artificial**: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MAGALHÃES, Justino. Um apontamento metodológico sobre a história das instituições educativas. In: SOUSA, Cynthia Pereira de; CATANI, Denice Bárbara (orgs.) **Práticas Educativas, culturas escolares, profissão docente**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

MEANS, Bárbara *et al.* **Using technology to support education reform**. U.S. Departamento of Education. <<http://www.ed.gov/pubs/edreformstudies/techreforms/title.html>> Acessado em 20/01/2007, 2007.

MORAN, José Manuel. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas/SP: Papirus, 2007.

MUZINATTI, Clausia Mara Antoneli. Mundo Moodle: conhecimento em construção. Redemoinhos. **Universidade de São Paulo**. Ano 5, Número 3. Disponível em <http://www.cidade.usp.br/redemoinhos/?2005-03/ferramental>. Acessado em 19/01/2009. (2005).

NOSELLA, Paolo A formação do educador e do professor – esboço histórico. In: JARDILINO, José Rubens L.; NOSELLA, Paolo. (orgs.). **Os professores não erram: ensaios de história e teoria sobre a profissão de mestre**. São Paulo: Terras do Sonhar/Edições Pulsar, p. 21-72, 2005.

O QUE é o TIDIA? Disponível em: <<http://www.tidia.fapesp.br/portal/o-que-e-o-tidia>>
Acesso em: 15/08/2008

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO. Curso de Ciência da Computação Projeto Político Pedagógico do Curso de Ciência da Computação. PUC-SP, 2006.

PRESSMAN, Roger S. Engenharia de Software. 6ª. ed. São Paulo: MacGraw-Hill, 2006.

PUC-SP Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática. **Tecnologias e Meios de Expressão em Matemática (TecMEM)**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/grupo_g3_acad.html> Acessado em 27/01/2007, 2007.

REEVES, T. C. **Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans; Retrieved April, 2000.

SANTAELLA, Lucia Prefácio. In: GATTI, Daniel Couto. **Sociedade informacional e an/alfabetismo digital: relações entre comunicação, computação e Internet**. Bauru/SP: EDUSC; Uberlândia/MG: EDUFU. p. 11-14, 2005.

SAVIANI, Dermeval. Sobre a natureza e a especificidade da educação. In: SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. São Paulo: Cortez; Campinas/SP: Autores Associados. p. 19-30, 1991.

_____. **Instituições Escolares: conceito, história, historiografia e práticas**. Cadernos de História da Educação. Número 4. p. 27 a 33, 2005.

SCHAFF, Adam. **A Sociedade Informática**. 2ª ed. São Paulo: Brasiliense; EDUNESP, 1991.

SOARES, Adriana. **O que são Ciências Cognitivas?** São Paulo: Brasiliense, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática**. 1999. Disponível em <<http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=28&content=downloads&id=82>> Acessado em 18/01/2009.

TIRADO, Deisi I. G. A. **Proposta de um modelo de Ambiente Virtual de Aprendizagem para Redes de Alta Velocidade a Baixo Custo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

UNESCO Cátedra UNESCO Universidade de Málaga. **Francisco Varela**. Disponível em: <<http://www.infoamerica.org/teoria/varela1.htm>> Acessado em: 27/01/2007, 2007.

VARELA F., O cérebro não é um computador: não podemos entender a cognição se a abstrairmos de sua encarnação. **La Recherche**, 308, pp 109-112, 1998. Disponível em: <<http://www.geocities.com/pluriversu/varelaen.html>> Acessado em: 10/10/2006, 1998.

VALENTE, José Armando. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005. 162 f. Tese (Livre Docente) - Instituto de Artes, Unicamp, Campinas, 2005.

WANG, F., & HANNAFIN, M. J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Educational Technology Research and Development**, 53(4), 5-23, 2005

WALTER, Chip. Você, Robô. **Scientific American Brasil**. Fevereiro de 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)