



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL DO PARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

Carmem Lucia Brito Souza de Almeida

MATEMÁTICA: COMPUTADOR PARA QUÊ?

Belém
2006

Carmem Lucia Brito Souza de Almeida

MATEMÁTICA: COMPUTADOR PARA QUÊ?

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciências e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico - NPADC, Universidade Federal do Pará - UFPA.

Área de concentração: Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Renato Borges Guerra.

Belém
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial do NPADC, UFPA
Almeida, Carmem Lucia Brito Souza de
Matemática: Computador para quê? / Carmem Lucia Brito Souza de
Almeida – 2006.

Orientador: Renato Borges Guerra
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo
Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Programa de
Pós-Graduação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2006.

1. MATEMÁTICA – Estudo e ensino. 2. ENSINO AUXILIADO
POR COMPUTADOR. 3. INFORMÁTICA – Educação. I.
Título.

CDD 19.ed.507

Carmem Lucia Brito Souza de Almeida

MATEMÁTICA: COMPUTADOR PARA QUÊ?

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciências e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação: 25.05.2006

Banca Examinadora

Prof. Dr. Renato Borges Guerra
NPADC/UFPA – Orientador

Prof. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves
NPADC/UFPA – Membro Interno

Prof. Dr. João dos Santos Protázio
UFPA – Membro Externo

À minha mãe e ao meu filho, queridos,
meu eterno amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão.

À Universidade Federal do Pará, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Prof^a. Dra. Terezinha Valim, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, pelo empenho incansável no decorrer do Curso.

Ao Prof. Dr. Renato Borges Guerra, pela orientação competente.

Ao Prof. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves pela presença constante durante o Curso.

Ao Prof. Dr. Francisco Hermes Santos da Silva, pela participação da Banca Examinadora enquanto suplente e seus ilustres comentários.

Ao Prof. Dr. João dos Santos Protázio, pela disponibilidade de participar da Banca Examinadora, pelas valiosas contribuições, palavras de estímulo e amizade sempre.

Ao Prof. MSc. José Augusto Nunes Fernandes, querido amigo, pelas sugestões preciosas, incentivo, carinho e, principalmente, sua presença foi fundamental nos momentos finais deste trabalho.

Aos entrevistados, pelas informações que permitiram a efetivação da pesquisa.

Às Instituições de Ensino, pela oportunidade da realização do trabalho.

Aos amigos, Luiz Feliciano Rodrigues Júnior e Jhonattan Amorim da Silva, que estiveram presentes nas ocasiões mais marcantes do Curso.

Ao meu adorável e amado sobrinho Éder Ruffeil Cristino, sua participação foi ímpar desde o início da execução da investigação.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento desta dissertação.

O meu sincero muito obrigada.

“Se o Mestre for verdadeiramente sábio, não convidará o aluno a entrar na mansão de seu saber, e sim, estimulará o aluno a encontrar o limiar da própria mente”

Khalil Gibran

RESUMO

O presente trabalho mostra o resultado da pesquisa realizada em cinco instituições universitárias de formação de professores de Matemática do Estado do Pará. Apresentamos o sentimento de que formandos e formadores têm em relação ao uso do computador no ensino da Matemática, relacionando-o com as teorias de Tikhomirov. São abordados, ainda, dois paradigmas: o Instrucionismo e o Construcionismo, onde o Instrucionismo deve ser substituído pelo Construcionismo, no qual a ênfase maior está na aprendizagem e na construção do próprio conhecimento do aluno. São ainda exibidas as falas dos sujeitos da pesquisa, devidamente analisadas e, ao final, há uma reflexão sobre o ensino da Matemática e o emprego do computador, e como este se relaciona com fórmulas, algoritmos e símbolos sem uma maior significação e que são tão presentes na prática docente dos formandos e formadores de Matemática, com objetivo de mostrar que o ensino tradicional, por si só, não justifica a não utilização do computador no processo ensino-aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Matemática. Computador. Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

The present work shows the research results carried on five academic institutions of the State of Pará, Brazil. We present the opinion and feeling of students and teachers with respect to the use of the computer in the teaching of Mathematics, having Tikhomirov theories as backgrounds. Through a counter point between Instructionism and Constructionism, we are led to favor Constructionism. By the end, we present an elaborated reflection about the role of the computer in the teaching of Mathematics.

Key words: Mathematics. Computer. Teaching and learn.

ÍNDICE DE FIGURAS

	p.
FIGURA 1: ábaco	36
FIGURA 2: Simulação da multiplicação de 9 por 384 com Bastões de Napier	37
FIGURA 3: Régua de Cálculo	37
FIGURA 4: Pascalina	39
FIGURA 5: Calculadora Universal.....	39
FIGURA 6: Arithmometer	40
FIGURA 7: Máquina de Tear.....	40
FIGURA 8: Máquinas das Diferenças	42
FIGURA 9: Máquina de Hermann Hollerith	43
FIGURA 10: ABC	44
FIGURA 11: Konrad Zuse e seu Z1	44
FIGURA 12: COLOSSUS.....	45
FIGURA 13: Manchester Mark I	46
FIGURA 14: ENIAC.....	46
FIGURA 15: EDVAC	47
FIGURA 16: UNIVAC	47

SUMÁRIO

	p.
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1	
1. A GENESE DA PESQUISA	15
1.1.. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.2. METODOLOGIA.....	18
1.2.1. A pesquisa originou-se de uma outra pesquisa	18
1.2.2. Procedimentos Metodológicos	21
1.2.3. Instrumento da Pesquisa	22
1.2.4. Sujeitos da Pesquisa	23
CAPÍTULO 2	
2. COMPUTADOR E MATEMÁTICA	26
2.1. SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO	26
2.1.1. A Democracia e a Sociedade da Informação	27
2.1.2. A Escola face à Sociedade da Informação	31
2.2. O COMPUTADOR E O ENSINO DA MATEMÁTICA.....	33
2.2.1. Um breve histórico do computador	35
2.3. O ENSINO DE MATEMÁTICA EM UM AMBIENTE CONSTRUTIVISTA	55
2.4. A MATEMÁTICA, O COMPUTADOR E O CONSTRUCIONISMO DE PAPERT	59
2.5. A LINGUAGEM LOGO	67
2.6. POR QUE ENSINAR A PROGRAMAR?	72
2.7. O COMPUTADOR E O PENSAMENTO HUMANO.....	77
CAPÍTULO 3	
3. ANÁLISES DAS FALAS DOS FORMANDOS E FORMADORES DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA	80
3.1. NECESSIDADES DA SOCIEDADE INFORMATIZADA	80
3.2. FERRAMENTA AUXILIAR	85
3.3. TRANSMISSÃO E DIFUSÃO (<i>INTERNET</i>).....	92
3.4. SOBRE O APRENDIZADO DE INFORMÁTICA E UMA LINGUAGEM.....	101

3.5. SOBRE A RESISTÊNCIA AO USO DO COMPUTADOR OU DE UMA LINGUAGEM.....	104
3.6. SIMBIOSE HOMEM-COMPUTADOR-HOMEM	111
CAPÍTULO 4	
4. ENSINO TRADICIONAL E O COMPUTADOR.....	115
4.1. SIGNIFICANDO O ENSINO TRADICIONAL DA MATEMÁTICA.....	116
4.2. ALGORITMOS, FÓRMULAS E O ENSINO DE MATEMÁTICA	118
4.3. ALGORITMOS, FÓRMULAS E COMPUTADOR	122
5. CONCLUSÃO	125
REFERÊNCIAS.....	128
ANEXOS	136

INTRODUÇÃO

Iniciamos nossa caminhada neste trabalho a partir de algumas reflexões que emergiram na vida profissional, causadas por inquietações que vinham desde a época da graduação e aprofundaram-se no exercício do magistério.

Ao ingressar no curso de Licenciatura em Matemática, a expectativa era que a graduação iria resumir-se em contas, problemas complexos, fórmulas e fórmulas, símbolos, demonstrações e assim por diante: afinal, os professores anteriores fizeram-me pensar dessa forma...

No decorrer do curso percebi que havia, entre os professores, opiniões diferentes quanto ao uso do computador no ensino da Matemática. Uns apoiavam a utilização da máquina no ensino, outros defendiam que não precisam do computador para fazer Matemática, apenas lápis e papel bastavam para ensinar. Essas atitudes começaram a nos inquietar: a informática está ocupando um espaço considerável no mundo. Hoje, ela está presente no nosso dia-a-dia. Então como não usufruir dessa tecnologia no nosso ensino? Ou, ainda, como ignorá-la?

Esse olhar que os formadores da graduação possuíam em relação à utilização do computador nas salas de aula também foi observado entre os colegas de profissão. Eles compartilhavam da mesma opinião, e às vezes suas atitudes eram mais antiquadas. Não percebiam que poderiam utilizar o computador como catalisador de um processo construtivista de aprendizagem no ensino de Matemática.

Com a oportunidade de ingressar no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará – PPGE/CM/NPADC/UFGA, procuramos refletir e amadurecer a idéia de fazer uma investigação sobre o comportamento de formandos e formadores.

A nossa pesquisa originou-se de uma pesquisa do Programa. Houve a defesa da dissertação do mestrando João Carlos Ribeiro Machado e, em função de sua pesquisa, começamos a aprofundar a investigação e elaborar a nossa proposta de pesquisa.

Com base no resultado da pesquisa de João Machado, procuramos fazer um levantamento maior envolvendo formandos e formadores do Curso de Licenciatura

em Matemática, pesquisados em cinco instituições de formação localizadas no Estado do Pará. Assim sendo, esta pesquisa tem como questão norteadora saber ***por que o formando, potencialmente futuro formador de formadores, que trabalha com a Matemática e, principalmente, no ensino de Matemática, vê o computador apenas como recurso áudio-visual?***

Apresentamos, no **Capítulo 1**, uma abordagem sobre a definição do problema, mostrando a opção por essa pesquisa, oriunda de inquietações ocasionadas na graduação e que perpassa à vida profissional.

A seguir, apresentamos a Metodologia deste trabalho com suas justificativas devidas, apresentando os sujeitos e instituições da pesquisa, descrevendo o processo empregado na investigação, destacando os instrumentos utilizados para realizar a investigação.

Após a apresentação da Metodologia usada na realização da pesquisa, o **Capítulo 2** destaca o uso do computador no processo ensino-aprendizagem da Matemática, os paradigmas Instrucionista e Construcionista serão apresentados, a importância da linguagem de programação no ensino de Matemática e, por fim, fazendo uma viagem no tempo, será visto um breve histórico do computador — da sua origem até os computadores de última geração — onde percorreremos a Sociedade Informatizada até chegar às teorias de Tikhomirov, em que é mostrada a simbiose homem-máquina-homem.

No **Capítulo 3** apresentamos as falas dos sujeitos da pesquisa e, a partir delas, elegemos seis categorias para análise, identificadas da seguinte forma:

- Necessidades da sociedade informatizada;
- Ferramenta auxiliar;
- Transmissão e difusão (*Internet*);
- Sobre o aprendizado de Informática e uma linguagem;
- Sobre a resistência ao uso do computador ou de uma linguagem de computação;
- Simbiose homem-computador-homem.

Continuando, no **Capítulo 4**, realiza-se uma reflexão sobre o “ensino tradicional da Matemática e o computador” e como estes se relacionam com axiomas, definições, teoremas, fórmulas, algoritmos e símbolos sem significados, tão presentes na prática docente dos formandos e formadores de Matemática. O

objetivo é mostrar que o ensino, por ser tradicional, não justifica a não utilização do computador no processo ensino-aprendizagem de Matemática.

É pertinente salientar que esta dissertação não tem a pretensão de desvelar a realidade aqui analisada, mas sim uma procura de compreensão desta realidade a partir dos resultados que encontramos. Entretanto, se nem todas as perguntas feitas ou emergidas no decorrer do desenvolvimento deste trabalho puderam ser respondidas, que elas fiquem como estímulos para trabalhos futuros. É de fundamental importância que outras pesquisas sobre o tema explanado sejam elaboradas, pois desse modo talvez possamos entender e refletir, de uma forma mais ampla, a questão da relevância do uso do computador no ensino de Matemática. Portanto, a discussão em questão permanece aberta para novas reflexões e pesquisas por vir.

Em seguida, refletiremos sobre as considerações a respeito dessa dissertação e algumas ponderações proporcionadas pelo trabalho.

CAPÍTULO 1

A GÊNESE DA PESQUISA

1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O interesse pela pesquisa quanto à utilização do computador no ensino da Matemática deu-se por uma inquietação que vem desde o tempo do ingresso no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Federal do Pará, e como era sistema de crédito, os alunos compunham seus horários de acordo com as disciplinas ofertadas. Ao vir transferida de outra instituição, sobraram poucas disciplinas, com horários bem distantes entre uma disciplina e outra. Com o auxílio de colegas experientes, foi possível preencher esses horários com disciplinas de outros departamentos. Consegui matricular-me nas disciplinas Iniciação à Ciência dos Computadores (I.C.C.) e Cálculo Numérico, entre outras. No decorrer das aulas percebi que essas disciplinas eram estimulantes e que tinham em seus conteúdos algo experimental: logo me identifiquei com elas. Mesmo com um laboratório precário para dar suporte ao curso, foi possível executar alguns programas no computador, ou seja, vivenciar na prática o que o professor estava ministrando em sala. Foi bom ter adquirido essa experiência, mesmo que com muita precariedade.

Desse modo, acabei direcionando as disciplinas, principalmente as complementares, para a área de Matemática Aplicada. Na época, ao ingressar no curso, não sabia que havia essa área na Matemática. Na verdade, quando você entra na Universidade, não tem noção do que vai encontrar. Havia um certo desconhecimento da própria estrutura funcional do curso, pois achava que Matemática era só trabalhar com números de forma direta, sem aplicabilidade, muitas fórmulas, símbolos, problemas e assim por diante. Eu imaginava dessa forma, pois tive professores anteriores que me fizeram pensar assim.

Ao ingressar no curso, percebi que havia diversos caminhos a seguir, e quando me deparei com a Matemática Aplicada, comecei a interessar-me e ver que poderia ser diferente: era uma área experimental que poderia estar ligada à realidade. Procurei enveredar-me por tal caminho, pois sempre tive afinidade e facilidade para lidar com ela, afinal a tecnologia veio e está ocupando um espaço

considerável no mundo. Hoje ela está presente no nosso cotidiano, ou seja, está na escola, no trabalho, no lazer. É um mundo inovador, onde a todo instante algo novo acontece. A cada momento há novas descobertas que surgem de forma rápida e intensa. A evolução é incessante, uma vez que estão sempre aperfeiçoando as máquinas, novos equipamentos eletrônicos são lançados no mercado, novos *softwares* são criados a fim de atender um público cada vez mais exigente. Enfim, sempre está ocorrendo algo novo nesse ramo: é o avanço tecnológico vindo ao encontro das pessoas.

A Informática vem conquistando cada vez mais relevância no âmbito educacional. Sua utilização como instrumento de aprendizagem e sua ação no meio social vem se propagando de maneira rápida entre as pessoas.

Na graduação observamos que há opiniões diferentes entre os formadores quanto à utilização do computador em suas aulas, isto é, alguns formadores são contrários a sua aplicação no ensino; justificam que não necessitam de tal máquina para dar aula de Matemática, enquanto que outros são mais acessíveis em querer usá-la no ensino da disciplina. Isso acaba influenciando de alguma forma o ensino e, principalmente, o pensamento dos formandos.

Os formandos acabam tendo uma visão deturpada da Matemática Aplicada, ou seja, não sabem ao certo para que ela serve e se possui alguma finalidade. Eu não conseguia entender o porquê disso, afinal estamos na era da informática e as tecnologias estão presentes no nosso dia-a-dia. Ainda assim, encontramos formadores que não usam o computador e pensam que, para fazer Matemática, é suficiente apenas lápis e papel, nada mais. O resto é supérfluo. Para eles, talvez seja uma visão bem limitada do que é a Matemática, porém sabemos que isso pode ser diferente. Algum tempo depois concluí a graduação, e observamos que aquilo que vimos não mudou: ainda hoje, é mantida a mesma situação...

Na prática docente, notamos que a situação também era similar. Havia professores que mostravam um sentimento positivo em relação ao uso do computador no ensino, e outros que tinham uma reação contrária. Trabalhamos em escolas particulares e estaduais, onde havia uma infra-estrutura adequada para empregar o computador nas aulas e adequar teoria e prática, mas o fato era que nada acontecia.

Daremos como exemplo uma escola particular. Nesta escola, havia Laboratório de Computação, entretanto quem ministrava aula era uma pessoa que

sabia pouco (ou quase nada) sobre Informática, ou era um técnico em Informática. Este tipo de situação não deveria ocorrer, pois quem deveria estar no laboratório era o professor da disciplina, amoldando sua aula com a prática do laboratório.

Observamos que não havia uma preocupação, por parte da direção, em relação a tal questão: o problema iniciava-se na contratação do responsável pelo Laboratório. O que era difícil de aceitar, pois a aula de computação tinha horário e dia definidos, sendo destinada a todas as séries, desde o Preparatório até o 3º ano do ensino médio. Notamos que era uma disciplina em que não havia um objetivo definido. O professor deixava os alunos à vontade, ou seja, era somente a utilização da *Internet*, jogos, pintura, enfim era só lazer e mais nada. Não havia nenhuma preparação para a aula. Um certo dia, ao passar pelos corredores do colégio, percebemos alguns alunos comentando sobre a aula de computação. Eles estavam falando, entre si, que aquelas aulas poderiam ser melhor utilizadas, mais elaboradas e que, na maioria das vezes (ou quase todas às vezes), era mera perda de tempo, o que tornava as aulas enfadonhas.

Em relação ao uso do laboratório, Silva (2005, p.78) nos relata que:

Os problemas apontados poderiam ser extintos se os laboratórios implantados pelo governo fossem gerenciados por um profissional da educação, que possua também os aspectos necessários às atividades exigidas, este permaneceria no local e seria responsável pelo bom funcionamento das máquinas e da rede de computadores instalada.

Em relação à citação acima, de acordo com o nosso ponto de vista, tal profissional da educação deveria ser o próprio professor da disciplina e, obviamente, haveria um técnico para dar suporte ao laboratório e ao professor caso surgisse qualquer eventualidade.

Este seria um provável caminho para utilizar o laboratório de forma adequada, e que poderia proporcionar maior estímulo aos alunos, proporcionando efetivamente, por conseqüência, uma aprendizagem significativa.

O desconforto que os alunos apresentavam em relação à utilização do Laboratório de Computação só fez aumentar a nossa inquietação. O laboratório de Informática pode ser um forte aliado no processo ensino-aprendizagem. Em se tratando da disciplina Matemática, o professor poderá ter (ou vir a ter) todos os requisitos possíveis para refletir e desenvolver seus trabalhos utilizando o laboratório, isto é, relacionando teoria e prática. E afinal, por que o formador não

busca tais requisitos?

Observamos que quem ministra aulas de Informática, na maioria das vezes, tanto nas escolas como nas universidades, são profissionais da área de Informática. Pensando nisso, passamos por um processo de reflexão sobre essa situação permanecendo, ainda em aberto, um problema que nos angustiava. A angústia era decorrente de ter, como princípio, a premissa de que os professores de Matemática podem e são capazes de utilizar o computador como catalisador de um processo construtivista de aprendizagem.

1.2. METODOLOGIA

1.2.1. A pesquisa originou-se de uma outra pesquisa

Ao ingressar no mestrado, observamos que seria um momento de refletir sobre a idéia de investigar o uso do computador no ensino da Matemática. É relevante ressaltar que a nossa pesquisa é oriunda de uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico – PPGECM/NPADC/UFPA. No decorrer do curso, houve a defesa da dissertação¹ do mestrando João Carlos Ribeiro Machado e, ao relatar os resultados de sua pesquisa, ocorreu de repente um *insight*: dar continuidade a essa pesquisa, já que era um caminho semelhante ao qual pretendíamos seguir.

A dissertação de João Machado é um estudo de caso onde o pesquisador investigou alunos do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal do Pará – UFPA. Em função dos resultados da pesquisa, começamos a traçar o perfil da nossa pesquisa e vieram as perguntas: Como seria esse olhar fora da UFPA? Quais seriam as informações obtidas em outras instituições de formação? Em decorrência disso, decidimos investigar cinco cursos de Licenciatura Plena em Matemática; os sujeitos da pesquisa, além dos formandos, seriam também os formadores, pois os olhares destes — que são formadores de professores — seriam de fundamental relevância no processo.

¹ O olhar dos alunos e dos professores sobre a Informática no Curso de Licenciatura em Matemática na UFPA

O instrumento de coleta de dados usado por João Machado foi um questionário semi-aberto. João Machado (2004, p. 47) aplicou o questionário em duas turmas², em um total de 40 alunos. Os alunos eram concluintes do curso de Licenciatura Plena em Matemática do 2º semestre letivo de 2004 da Universidade Federal do Pará. As turmas foram escolhidas por serem constituídas de alunos do curso de Matemática. O investigador (2004, p. 45) teve como base os seguintes objetivos:

- Analisar como vem se desenvolvendo a formação dos graduandos em Matemática frente às possibilidades do uso do computador no processo educativo;
- Investigar como é utilizada a tecnologia da informática no curso de graduação em Matemática na UFPA;
- Analisar se o conhecimento vem sendo desenvolvido em um ambiente que utiliza o computador como recurso didático na Educação Matemática;
- Refletir como é construída a relação entre o aluno e as novas tecnologias (o computador e a *Internet*) com a mediação do professor em aulas de Matemática.

Dentre as treze perguntas contidas no questionário da dissertação de João Machado, devido às respostas referentes à pergunta abaixo ocorreu um *insight* que, posteriormente, veio dar início à nossa investigação.

A pergunta foi a seguinte:

- ◆ Qual a sua opinião sobre o uso da Informática no ensino da Matemática escolar³? (João Machado, 2004, p. 106)

Fundamentado nas análises das falas dos sujeitos pesquisados, João Machado (2005, p. 75) reflete sobre sua preocupação em torno de sua investigação e conclui que “Esta pesquisa revela um quadro preocupante sobre a preparação dos futuros professores de Matemática para o uso das novas tecnologias (o computador e a *Internet*) em sua profissão”.

Através dos questionários, constatou-se que, para a maioria dos alunos, o uso

² Trabalho de Conclusão de Curso – TCC (22 questionários) e Evolução da Matemática (18 questionários)

³ Questionário para os alunos

das ferramentas da Informática para o estudo e o ensino da Matemática durante sua formação se restringe, quase que exclusivamente, às ferramentas de pesquisa da *Internet*.

João Machado (2005, p. 75) continua explicando que:

[...] não existe uma preocupação para o uso da informática como recurso pedagógico para a educação básica da Matemática, ensinos fundamental e médio, embora muitos alunos considerem importante o uso da informática pelo professor.

Isto é verificado claramente nas falas. Para João Machado (2005, p. 118-120), o discurso é sempre o mesmo em relação ao uso do computador, ou seja, os alunos vêm-no simplesmente como acessório do processo. O computador é visto como:

- Um recurso áudio-visual;
- Serve para trocar idéias na *web*;
- Auxiliar na construção de gráficos;
- Alguns programas ajudam a visualização de alguns conteúdos;
- Sentir-se integrado na sociedade da informação (fazer parte dessa sociedade);
- Navegar na *Internet* e assim por diante.

Mediante tais constatações, o foco da pesquisa seria direcionado aos formandos e formadores do curso de Licenciatura Plena em Matemática. A investigação seria realizada na Universidade Federal do Pará e em outras instituições de formação, com o intuito de averiguar se a questão era apenas local ou mais ampla, extrapolando o âmbito da UFPA e passando a atingir outras instituições de formação localizadas do Estado do Pará, bem como averiguar o porquê disso estar ocorrendo.

As instituições de formação investigadas foram: Universidade Federal do Pará (**UFPA**) — Campus Belém e Campus Castanhal, Escola Superior Madre Celeste (**ESMAC**), Universidade da Amazônia (**UNAMA**), Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (**CEFETPA**) e Universidade Estadual do Pará (**UEPA**).

A questão norteadora da pesquisa surgiu com a seguinte pergunta:

Por que o formando, potencialmente futuro formador de formadores, que trabalha com a Matemática e, principalmente, no ensino da Matemática, vê o computador apenas como recurso áudio-visual?

A busca de informações sobre essa questão foi iniciada informalmente através de visitas às Instituições, e posteriormente foram realizadas as entrevistas com os sujeitos.

1.2.2. Procedimentos Metodológicos

Sobre os procedimentos metodológicos da pesquisa, Cunha (2000, p. 86) diz:

Não podemos esquecer que o sujeito é ativo. A realidade também é. O conhecimento não é algo pronto. O conhecimento é produzido através da utilização de procedimentos adequados. Estes procedimentos são definidos de acordo com o tipo de objeto em questão, com as possibilidades, inclusive subjetivas, do pesquisador e com os recursos metodológicos de cada época.

Na investigação procuramos identificar se o formando, futuro formado, teve a prática de informática durante o seu curso, isto é, se ele realmente vivenciou a prática e o sentimento que o formador tem do uso do computador no ensino.

Realizamos uma pesquisa de natureza qualitativa. Mergulhamos no trabalho de campo e procuramos obter o maior número possível de informações dos cursos através de seus projetos pedagógicos. A natureza qualitativa da pesquisa segue as características básicas descritas por Lüdke e André (1986, p. 11-13):

- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como a sua fonte direta de dados e o pesquisador como o seu principal instrumento (...)
- A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto (...)
- O 'significado' que as pessoas dão às coisas e as suas vidas são focos de atenção especial pelo pesquisador (...)

1.2.3. Instrumento da Pesquisa

O instrumento de pesquisa foi a entrevista semi-estruturada. As conversas “informais” nos corredores das instituições foram também grandes aliadas, fornecendo valiosas informações sobre os sujeitos da pesquisa realizada.

A escolha de entrevista semi-estruturada para formalizar o início da coleta de dados deve-se a, de acordo com Triviños (1987), ser este um dos principais recursos de que o investigador pode valer-se como técnica de coleta de informação:

Triviños (1987, p. 146) defende que:

[...] podemos entender por entrevista semi-estruturada, em geral, aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e, que em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante.

Triviños (1987) continua explicando que a entrevista semi-estruturada é a que melhor atende às necessidades do método qualitativo. Tanto a escolha das pessoas a serem entrevistadas como a organização das temáticas a serem exploradas fazem parte do processo de pesquisa. A constituição das perguntas é o resultado das teorias que fundamentam o estudo, e as informações obtidas durante as entrevistas realimentam o projeto, possibilitando novas dimensões. O novo conhecimento não é considerado como viés ou algo que sai das médias, porém visto como objeto de reflexão do pesquisador para uma possível reorientação dos seus dados.

Haguette (1992, p. 87) diz: “O viés é um fenômeno universal e é tarefa do pesquisador conhecê-lo em todas as suas nuances para poder prevenir-se quando for possível sua ocorrência”.

Prosseguimos a investigação, elaborando perguntas para as entrevistas semi-estruturadas junto aos formandos e formadores do curso, sujeitos desta pesquisa.

As perguntas buscaram verificar os seguintes tópicos:

- Identificar como está ocorrendo o ensino da Informática nos cursos de Licenciatura Plena em Matemática
- Em relação ao uso do computador: quais as expectativas, atividades e/ou conhecimento que o formando tem sobre a máquina no decorrer do curso.

Num primeiro momento, as entrevistas foram realizadas com os formandos e

nessas entrevistas havia cinco perguntas cujos objetivos estão identificados a seguir:

1ª pergunta – Refere-se à introdução à Informática, ou seja, se o aluno usa o elementar de informática no curso, se eles usam a máquina por algum motivo e como eles a empregam;

2ª pergunta – Refere-se a algo mais específico, que é a utilização de um *software*, ou seja, se o aluno usa no curso algum programa matemático;

3ª pergunta – Refere-se a algo ainda mais específico, pois trata de linguagem de programação, se o aluno conhece alguma linguagem de programação, se é utilitário de programa e se sabe programar;

4ª, 5ª e 6ª perguntas – Referem-se ao ensino, como o formando vê o computador no ensino da Matemática.

As perguntas foram feitas com o intuito de identificar qual o nível de envolvimento computacional que o formando vivenciou durante todo o seu curso de Licenciatura Plena em Matemática.

Num segundo momento, as entrevistas foram realizadas com os formadores. Elas continham cinco perguntas cujo objetivo principal era identificar o nível de envolvimento computacional que o formador tem na sua prática, ou seja, o sentimento dele em relação à importância da Informática no processo ensino-aprendizagem do seu curso.

1.2.4. Sujeitos da pesquisa

As entrevistas foram aplicadas aos sujeitos, formandos e formadores, durante o primeiro semestre de 2005 em cinco instituições de formação, tendo sido gravadas. Em relação a essa questão, Lüdke e André (1986, p. 34) falam que a entrevista “bem feita pode permitir o tratamento de assuntos de natureza estritamente pessoal e íntima, assim como temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais”.

Os entrevistados foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa, assim como foi garantido o anonimato dos mesmos, e que poderiam ficar à vontade para expressar suas considerações. Salientamos que os nomes dos formandos e formadores entrevistados são fictícios.

Inicialmente a quantidade de formandos não foi fixada: as entrevistas foram feitas aleatoriamente, uma vez que a maioria dos alunos não desejou dar entrevistas. Eles alegaram vários fatores do tipo: não sabiam nada de informática, ou seja, mesmo tendo participado da disciplina não aprenderam “nada”; medo de se expor; timidez; não saberem se expressar; não terem tempo para a entrevista, e assim por diante. É pertinente salientar que no decorrer da pesquisa, foi possível entrevistar oitenta e três formandos.

Em relação aos formadores, foram escolhidos aqueles que atuam diretamente no curso, que participam ativamente no processo de formação. O número também não foi fixado. Procuramos entrevistar o maior número possível de formadores, entretanto também foi difícil a participação dos mesmos. Mesmo tendo explicado detalhadamente o objetivo da pesquisa, alguns não concederam entrevistas e as alegações foram entre outras: não saber muito sobre Informática; não ter tido contato com a Informática; que em suas disciplinas não utilizavam o computador na sala de aula; falta de tempo para a entrevista, entre outras. Foram entrevistados quarenta e seis formadores.

Como os formandos e os formadores apresentaram uma postura de resistência às entrevistas, fizemos várias visitas às instituições para que se pudesse obter uma quantidade considerável de informações.

A partir das falas dos sujeitos da pesquisa, destacamos seis categorias de análises, determinadas da seguinte maneira: necessidades da Sociedade Informatizada, ferramenta auxiliar, transmissão e difusão (*Internet*), sobre o aprendizado de Informática e uma linguagem, sobre a resistência ao uso do computador ou de uma linguagem e simbiose homem-computador-homem.

Santos (1989) salienta que o respeito aos sujeitos precisa prevalecer, e que o pesquisador deve ter sempre uma relação direta com a comunidade, não esquecendo a ética e o compromisso social.

Neste sentido, o pesquisador pós-moderno não deve desprezar em nenhum momento o conhecimento produzido pela tecnologia presente a todo instante, porém precisa compreender que, assim como todo o conhecimento deve traduzir-se em autoconhecimento, o conhecimento tecnológico também deverá traduzir-se em sabedoria de vida: deve-se tirar proveito da tecnologia para o bem da humanidade, saber usá-la de uma maneira correta. Isto seria o conhecimento prudente para uma vida decente, segundo Santos (1989, p. 58), que nos tranquiliza quando fala:

Tal como Descartes, no limiar da ciência moderna, exerceu a dúvida em vez de a sofrer, no limiar da ciência pós-moderna, devemos exercer a insegurança em vez de sofrer. Na fase de transição e de revolução científica, esta insegurança resulta ainda do fato de a nossa reflexão epistemológica ser muito mais avançada e sofisticada que a nossa prática científica. Nenhum de nós pode neste momento visualizar projetos concretos de investigação que correspondam inteiramente ao paradigma emergente que aqui delinee. E isso é assim precisamente por estarmos numa fase de transição. Duvidamos suficientemente do passado para imaginarmos o futuro, mas vivemos demasiadamente o presente para podermos realizar nele o futuro. Estamos divididos, fragmentados. Sabemos-nos o caminho, mas não exatamente onde estamos na jornada. A condição epistemológica da ciência repercute-se na condição existencial dos cientistas. Afinal, se todo o conhecimento é autoconhecimento, também todo o desconhecimento é autodesconhecimento.

Procuramos, neste capítulo, estabelecer a definição do problema, detalhar alguns fatos importantes e, por conseguinte, explicar todo o procedimento metodológico de como a pesquisa foi realizada. Apresentaremos a seguir um breve histórico do computador — desde sua origem até os tempos atuais — e sua importância na Matemática.

CAPÍTULO 2

COMPUTADOR E MATEMÁTICA

O objetivo deste capítulo é mostrar a estreita relação histórica e epistemológica existente entre o computador e a Matemática. Destacamos também como isso vem acontecendo — nos dias atuais — a utilização do computador no processo ensino-aprendizagem da Matemática, percorrendo a sociedade informatizada até as teorias de Tikhomirov, que procura mostrar a simbiose homem-máquina-homem.

2.1. SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO

A Sociedade da Informação constitui, hoje, um grande desafio que tem de ser enfrentado com determinação, a fim de se adaptar o país às profundas mudanças tecnológicas correntes. Como as manifestações da Sociedade da Informação vêm fazendo parte do nosso cotidiano, acabam por afetar o comportamento das organizações, também passando a influenciar o pensamento estratégico das nações.

Alarcão (2003, p. 13) diz: “Vivemos hoje numa sociedade complexa, repleta de sinais, inundada por canais e torrentes de informação numa oferta de ‘sirva-se quem precisar e do que precisar’ e ‘faça de mim o uso que entender’”.

E Alarcão ainda acrescenta (2003, p. 13): “O cidadão comum dificilmente consegue lidar com a avalanche de novas informações que o inundam e que se entrecruzam com novas idéias e problemas, novas oportunidades, desafios e ameaças”.

Mas, afinal, o que vem a ser a Sociedade da Informação?

Segundo o Livro Verde Portugal (1997, p. 9), a Sociedade de Informação refere-se:

A um modo de desenvolvimento social e econômico em que a aquisição, armazenamento, processamento, valorização, transmissão, distribuição, e disseminação de informação conducente à criação de conhecimento e à satisfação das necessidades dos cidadãos e das empresas, desempenham um papel central na atividade econômica, na criação de riqueza, na definição da qualidade de vida, dos cidadãos e das suas práticas culturais. A Sociedade da Informação corresponde, por conseguinte, a uma sociedade cujo funcionamento recorre crescentemente a redes digitais de informação. Esta alteração do domínio da atividade econômica e dos fatores determinantes do bem-estar social é resultante do desenvolvimento das novas tecnologias da informação, do audiovisual e das comunicações, com as suas importantes ramificações e impactos no trabalho, na educação, na ciência, na saúde, no lazer, nos transportes e no ambiente, entre outras.

O Livro Verde Portugal continua (1997, p. 9) falando da informação na sociedade pós-industrial:

Uma das abordagens mais correntes considera que a transição da sociedade industrial para a sociedade pós-industrial é uma mudança ainda mais radical do que foi a passagem da sociedade pré-industrial para a sociedade industrial. Em particular, prevê-se que, na sociedade pós-industrial, não serão nem a energia nem a força muscular que liderarão a evolução, mas sim o domínio da informação. Nesta óptica, os sistemas da sociedade, humanos ou organizacionais, são basicamente pensados como 'sistemas de informação'.

Sendo assim, as tecnologias da informação e das comunicações, indiscutivelmente, já fazem parte do cotidiano das pessoas. Proporcionam instrumentos úteis e eficazes para as comunicações pessoais e de trabalho. Dessa forma, a Sociedade da Informação não pertence mais a um futuro distante, porém do presente. Atualmente ela assume uma posição importante na vida coletiva e inclui uma nova dimensão no modelo das sociedades modernas.

2.1.1. A Democracia e a Sociedade da Informação

A Sociedade da Informação é uma sociedade para todos, onde o acesso à informação e ao conhecimento deve estar garantido, sem discriminações, a todas as pessoas. As Tecnologias da Informação e Comunicação influenciam os mais diversos domínios da vida em sociedade. As suas aplicações se dissipam nos grupos sociais. E o Livro Verde Portugal (1997) salienta que há barreiras a transpor, oportunidades a explorar e benefícios a colher. Enfim, o caráter democrático deve ser reforçado para que seja sempre sólido. Por isso há a necessidade de se providenciar a igualdade de oportunidades. Não é interessante deixar de lado os

mais desprotegidos e desenvolver mais um fator de exclusão social, ou seja, criar uma classe de info-excluídos. O Livro Verde Portugal (1997, p. 13) vem confirmar isso, quando diz que “É igualmente necessário aceitar a responsabilidade social para com os cidadãos que, por razões de natureza diversa, requerem consideração para não ficarem excluídos dos benefícios que aquele pode oferecer”.

Logo, conjecturamos que tanto computadores como as redes eletrônicas devem estar acessíveis em locais públicos, nas escolas, nas bibliotecas, nos mais variados locais de forma a evitar a exclusão de todos os que não dispõem de condições de acesso no lar ou no local de trabalho.

Além disso, o Livro Verde Portugal salienta (1997, p.14) que as novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) apresentam grandes potencialidades em outras áreas também:

- facilitam o exercício de direitos fundamentais, proporcionando acesso directo à informação e novas modalidades de diálogo social, tanto à escala nacional como regime local;
- melhoram condições de participação dos cidadãos na tomada de decisões, abrindo novas dimensões à liberdade de expressão e a todos os direitos de intervenção democrática;
- dão aos órgãos de poder novos instrumentos de relacionamento directo com os cidadãos, reforçando a transparência, prestando novos serviços, contrariando discriminações sociais e regionais;
- viabilizam importantes modalidades de intervenção na esfera internacional (...)

Contudo, nenhuma destas potencialidades pode evidentemente efetivar-se sem uma nova atitude e uma nova cultura de utilização dos instrumentos da Sociedade da Informação. Daí a necessidade de ações de mobilização da participação pública e de formação dos cidadãos, tanto através dos órgãos de comunicação social como por estruturas de apoio, de um modo geral.

Lembramos que a Sociedade de Informação é também uma sociedade de mercado. As empresas lideram o crescimento da tecnologia e suas aplicações, não só para melhorar a sua eficiência organizativa, mas principalmente para oferecerem novos produtos e serviços aos consumidores. Enfim, a Sociedade da Informação é para todos, e todos podem se beneficiar da melhor maneira possível dela.

Por exemplo, o jovem em idade escolar se beneficia do acesso à informação, disponibilizada nas redes digitais e em outros instrumentos poderosos que a Sociedade da Informação dispõe para processamento de texto e imagem, através de jogos e diversas aplicações interativas e outros tantos meios que podem ser

usufruídos. Isso resulta na adequação do entretenimento com a aprendizagem.

O livro Verde Portugal (1997, p. 15) diz que:

A aquisição do conhecimento está hoje a transformar-se, partindo de um estágio em que se privilegiava a memorização de informação com caráter estático, para uma nova postura de pesquisa dinâmica de informação em suportes digitais, servindo de apoio à construção de componentes de conhecimento em permanente evolução. Os jovens são, naturalmente, elementos activos desta informação, além de serem os principais beneficiários. Demonstrem, em regra, grande apetência pela participação nas actividades que decorrem da alteração das regras de aprendizagem e evidencia frequentemente uma maior capacidade de adaptação aos novos meios que não encontramos em muitos adultos em condições semelhantes.

É claro que, na medida em que as interfaces vão se tornando mais familiarizadas, as pessoas mais idosas também descobrem o prazer da interatividade com outras pessoas que partilham dos mesmos interesses, e acabam por criar discussões e trocar experiências; assim, vão naturalmente ter acesso à informação e fazer suas escolhas com discernimento para um futuro melhor.

O livro Verde Portugal (1997, p. 15) cita que:

Finalmente, os próprios cidadãos têm a responsabilidade inalienável de através das suas acções e opções para moldarem o seu futuro, neste novo contexto. Têm de exercitar o seu poder de escolha sobre o caminho de desenvolvimento desta nova sociedade, acompanhando e avaliando, com interesse construtivo, o potencial e as novas oportunidades e riscos que esta gera, não descurando a apropriação dos seus benefícios através do sistema educativo e da formação continua, bem como da interactividade com os outros actores da sociedade e em especial com os restantes membros da sua comunidade.

Porém, destacamos que os novos riscos que a Sociedade da Informação vem introduzindo na privacidade e na segurança, tanto dos cidadãos quanto das instituições, não podem ser subestimados. O Livro Verde Portugal (1997, p.16) chama atenção para isso:

Sublinha a necessidade de se analisar criteriosamente esses riscos reais no âmbito das instituições democráticas nacionais e através da cooperação nas organizações europeias e internacionais, para se encontrarem as respostas mais adequadas. Em particular, trata-se de aplicar ao domínio digital o regime constitucional que articula a liberdade de expressão com respeito de outros valores democráticos relevantes.

Como dito anteriormente, a Sociedade de Informação tem de ser uma sociedade para todos, onde as pessoas terão acesso às informações e, após um

determinado momento, elas poderão discernir entre as boas e más informações. Mas como ter acesso a ela?

O Livro Verde Portugal (1997, p.16) argumenta que:

Na definição das medidas de política para a construção da sociedade da informação devem-se estabelecer condições para que todos os cidadãos tenham oportunidade de nela participar e desse modo beneficiar das vantagens que este novo estágio de desenvolvimento tem para oferecer. Para isso, é indispensável que todos possam obter as qualidades necessárias ao estabelecimento de uma relação natural e convivial com as tecnologias da informação e que seja possível o acesso em locais públicos sem barreiras de natureza econômica que contribuam para acentuar a estratificação social existente.

Sem dúvida nenhuma que as Tecnologias da Informação e Comunicação abrem novas expectativas à sociedade do futuro.

O Livro Verde Portugal confirma isso, quando cita (1997, p.16):

Já hoje a informação, uma vez produzida, circula instantaneamente, pode ser recebida, tratada, incorporada em esquemas lógicos, científicos, transformada por cada um de nós em conhecimento pessoal, em acréscimo de compreensão, de sabedoria, de auto-formação, em valor acrescentado para o mercado ou sociedade, sempre na condição básica de conseguirmos permanecer numa atitude constante de "aprendizagem".

Vivemos numa sociedade onde procuramos e encontramos conhecimentos além das escolas e/ou bibliotecas. Também podemos encontrar esses conhecimentos em laboratórios, nas empresas, nos centros de investigação e experimentação. Enfim, acredita-se que em qualquer lugar pode-se obter conhecimento.

No entanto, a democratização da sociedade do futuro irá passar pela possibilidade da grande maioria das pessoas terem acesso às tecnologias, bem como saber utilizá-las de maneira apropriada. Caso contrário essas tecnologias podem tornar-se um fator de exclusão social.

O Livro Verde Portugal corrobora o parágrafo acima, quando (1997, p.160) afirma que:

Um meio privilegiado de actuação para combater a desigualdade de condições de acesso é o sistema de ensino. As escolas do ensino básico e secundário terão de desempenhar um papel fundamental na eliminação de assimetrias com origem em diferentes condições de acesso no lar, que são uma função do estrato econômico da família. Se os alunos nesses graus de ensino estiverem excluídos do acesso aos meios de interacção com a

sociedade da informação no interior dos seus estabelecimentos escolares, resultará irremediavelmente uma estratificação entre aqueles que têm acesso no lar e os que não têm esse benefício. Contudo, para se assegurar que o nível de qualificação nas tecnologias da informação é compatível com as exigências de desenvolvimento futuro, numa sociedade global e altamente competitiva, é fundamental um esforço decisivo e inequívoco em todos os graus do ensino.

Concordamos em parte com a citação, deixando claro que, na nossa percepção, o sistema de ensino é um dos meios que pode proporcionar o combate à diferença de condições ao acesso às informações, e que deve ser incentivado nessa direção.

É evidente que o estímulo dado na formação dos jovens não pode ser concentrado exclusivamente neles; é de fundamental importância que seja abrangente a todos, uma vez que pode haver o risco de termos amanhã uma população adulta excluída da aprendizagem e da qualificação.

2.1.2. A Escola face à Sociedade da Informação

Atualmente a escola possui função essencial em todo o processo de formação de indivíduos aptos para a Sociedade da Informação. Por isso torna-se imprescindível que os cursos de formação inicial ou continuada possibilitem aos professores a interação com as informações necessárias, no intuito de que eles possam utilizá-la da melhor forma possível com seus alunos.

O lugar onde o professor se restringe somente à transmissão do conhecimento ao aluno, e este recebe passivamente o saber, deverá ser substituído por um espaço onde há construção do conhecimento, de atitudes e valores e ainda aquisição de competências. Desse modo, a escola deve ser um dos pilares da sociedade do conhecimento.

O Livro Verde Portugal (1997, p.43) expõe que:

O conceito de educação deve, por isso, evoluir ultrapassando fronteiras do espaço e do tempo ao longo do qual o aluno faz o seu percurso de escolarização, passando pelos diferentes níveis de ensino do sistema educativo, para dar lugar a um processo de aprendizagem durante toda a vida, isto é, facultado a cada indivíduo a capacidade de saber conduzir o seu destino, num mundo onde a rapidez das mudanças se conjuga com o fenómeno da globalização.

A educação faz parte de uma sociedade do conhecimento, e a formação no decorrer da vida afirma-se categoricamente em torno de quatro aprendizagens fundamentais, que se interligam e que constituem, para cada indivíduo, os pilares do conhecimento. São estes os apresentados no Livro Verde Portugal (1997, p. 43):

- **aprender a conhecer**, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão, combinando uma cultura geral, suficientemente vasta, com a possibilidade de trabalhar em profundidade um pequeno número de matérias, o que também significa aprender a aprender, para beneficiar das oportunidades oferecidas pela educação ao longo da vida;
- **aprender a fazer**, para poder agir sobre o meio envolvente, a fim de adquirir não somente uma qualificação profissional, mas também competências que tornem a pessoa apta a enfrentar as mais diversas situações e a trabalhar em equipe;
- **aprender a viver em comum**, a fim de participar e cooperar com os outros, no respeito pelos valores do pluralismo, da compreensão mútua e da paz; e finalmente,
- **aprender a ser**, via essencial que integra as três precedentes e que permite a cada um desenvolver melhor a sua personalidade, ganhar capacidade de autonomia, discernimento e responsabilidade.

A educação deveria se unir à Sociedade da Informação, uma vez que se fundamenta na aquisição, atualização e utilização dos conhecimentos. Nesta atual sociedade emergente, as oportunidades de acesso a dados e a fatos se propagam de uma forma considerável. Desse modo, a educação deveria proporcionar a todos os cidadãos a possibilidade de possuírem ao seu dispor, selecionarem, ordenarem, gerirem e utilizarem, da melhor forma possível, essa mesma informação.

Nada melhor do que a escola para contribuir de maneira fundamental nesse processo. Ressaltamos aqui que os computadores fazem parte tanto da vida pessoal quanto da vida coletiva das pessoas. Isso é inegável. Entretanto, assim como a televisão não excluiu o rádio ou o cinema não fez desaparecer o teatro, é pertinente dizer que estes novos meios de comunicações com certeza não irão substituir os livros ou outros instrumentos de ensino, mas que simplesmente acrescentarão de forma significativa o meio em que vivemos.

2.2. O COMPUTADOR E O ENSINO DA MATEMÁTICA

Vivemos em uma era na qual, a cada momento, surgem inúmeras informações e o homem não está sabendo lidar com isso; portanto, ele precisa compreender o estatuto do saber da atual sociedade globalizada, centrada no uso e aplicação da informação. Nota-se que cada vez mais o acesso à informação se dá através da informática. As novas tecnologias de informação apresentam-se modificando modos de ser e pensar estabelecidos, fazendo emergir espaços para a cultura, a cibercultura⁴ e assim por diante.

Atualmente o uso da informática no ensino, como instrumento de aprendizagem e busca de conhecimento, vem tomando aos poucos um destaque entre alguns educadores. O interesse desses educadores quanto a esta questão já é perceptível.

A educação vem passando também por mudanças estruturais e funcionais por causa dessa tecnologia. Com o advento do computador na educação, está ocorrendo uma revolução na concepção de como pensar o ensino e a aprendizagem. Isto mostra verdadeiras mudanças no aspecto educacional como um todo. O formador depara-se com uma ferramenta nova, capaz de oferecer recursos que contribuirão para a aprendizagem do formando, recursos estes que deverão ser utilizados de maneira a estimular o pensar, o repensar e a criatividade tanto do formando quanto do formador.

Para Lévy (1998), qualquer reflexão sobre as possibilidades de aplicação da informática à educação deve se apoiar em outra reflexão, a da mutação contemporânea da relação com o saber. A primeira questão se refere à velocidade do surgimento e da renovação dos saberes e do *know-how*. A segunda, ligada à primeira, defende que trabalhar equivale cada vez mais a aprender, socializar saberes e produzir conhecimentos. A terceira questão fala a respeito do ciberespaço⁵ suportando tecnologias intelectuais que ampliam, exteriorizam e

⁴ Lévy define cibercultura como sendo o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço.

⁵ Definido por Lévy como sendo o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial de computadores e das memórias. Essa definição inclui o conjunto dos sistemas de comunicação eletrônicos, na medida em que transmitem informações provenientes de fontes digitais ou destinadas à digitalização. O termo especifica não apenas a infra-estrutura material da comunicação digital, mas

alteram muitas funções cognitivas humanas: a memória (banco de dados, hipertextos), a imaginação (simulações), a percepção (sensores digitais, realidades virtuais), os raciocínios (inteligência artificial).

Tudo isto faz com que a nova relação com o saber, a construção do conhecimento, as novas tecnologias redimensionem os objetivos da educação. Os educadores têm que perceber essas transformações que estão se apresentando em nossa sociedade.

D'Ambrósio (1999, p.11) argumenta que:

Educação é ação. Um princípio básico é que toda ação inteligente se realiza mediante estratégias que são definidas a partir de informações da realidade. Portanto, a prática educativa, como ação, também estará ancorada em estratégias que permitem atingir as grandes metas da educação.

Essas estratégias deverão estar apoiadas em ferramentas e recursos que viabilizem sua realização. E, dentro desse contexto, os professores devem buscar na tecnologia uma forma de facilitar o processo ensino-aprendizagem. O computador enriquece ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com a máquina, possui maior chance de compreender novas idéias e novos valores. O computador, por sua vez, deve ser utilizado como um incentivador de uma mudança do paradigma educacional. Tal paradigma deve ser capaz de promover a aprendizagem, que coloque no centro do processo o aprendiz, que possibilite ao professor de Matemática refletir sobre sua prática e compreender que a aprendizagem não é um processo de transferência de conhecimento, e sim de construção de conhecimento. É importante destacar que a proposta de uso do computador na educação é visto por alguns descrentes como modismo educacional, porém há algum tempo é utilizado no ensino em nível de pós-graduação, apresentando como característica principal a construção do conhecimento com participação ativa e, não por acaso, do aluno.

A fim de contextualizarmos melhor a aplicação do computador na construção do conhecimento humano e, em particular, para mostrar a estreita relação entre o desenvolvimento deste e o conhecimento matemático, torna-se necessário fazermos um breve histórico do computador.

também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como seres humanos que navegam e alimentam esse espaço.

2.2.1. Um breve histórico do computador

É desonroso para os homens desperdiçarem seu tempo como escravos no trabalho de cálculo, que poderia ser relegado, com segurança, a qualquer um que usasse uma máquina.

Gottfried Wilhelm Leibniz
1646-1716

A história da Computação no mundo coincide com a evolução tecnológica, desde a criação dos primeiros artefatos pelo homem, da descoberta de instrumentos simples como o machado e a lança, até a energia, os transportes e as comunicações eletrônicas. Particularmente, o surgimento do computador pode ter sido iniciado com a necessidade do homem de efetuar medidas para controlar melhor aquilo que estava ao seu redor. Primeiramente começou a utilizar pedras ou outros objetos afins de modo a facilitar a conta de determinadas quantidades, fazendo correspondências entre objetos para representar quantidades. O princípio da contagem surgiu possivelmente com o uso dos dedos das mãos, dando origem à palavra “digital”⁶.

Neste momento fazemos uma viagem no tempo...

No Egito antigo, muitos anos antes de Cristo, a principal atividade da região era a criação de rebanhos de ovelhas. Naquela época, porém, os antigos não sabiam contar e necessitavam de algum artifício que os ajudasse no controle sobre o rebanho, isto é, saber se todas as ovelhas que saíam do rebanho retornavam. A solução encontrada foi associar pedrinhas com as ovelhas: para cada ovelha que saía ao amanhecer era retirada uma pedra de um saco, e para cada uma que voltava ao entardecer a pedra era recolocada no saco. Assim, se sobrassem ou faltassem pedras, era sinal de que havia algo errado quanto à quantidade original de ovelhas. Esta foi uma das primeiras maneiras de se processar dados, simples e básica e também diferente da que existe hoje em dia.

A partir do momento em que os cálculos foram se tornando cada vez mais complicados e aumentando de tamanho, o homem sentiu uma necessidade de criar

⁶ A palavra digital deriva de dígito, que por sua vez procede do latim *digitus*, significando dedo.

um instrumento que o auxiliasse. Então foi criado, há aproximadamente 4.000 a.C., um aparelho fácil de manusear: o **Ábaco**. Ele é o mais antigo dispositivo que se conhece para efetuar as operações comuns da aritmética.



Figura 1: ábaco

Davis (1992, 34) cita que:

Três formas básicas do princípio do ábaco foram utilizadas ao longo dos séculos: o antigo tabuleiro de areia (abax em grego — que provavelmente deu seu nome ao ábaco); uma tábua com riscos paralelos, com pedras ou fichas colocadas sobre as linhas ou entre elas para indicar o número correto; e finalmente um quadro com moldura em que pedras ou contas se deslocam ao longo de arames ou varetas de madeira.

Ressaltamos que o ábaco na China é conhecido como *Suan-phan* e no Japão, como *Soroban*. Na realidade, o ábaco ainda é um meio rápido para ser utilizado em trabalhos mais simples e continua em plena atividade em países como Índia, China, Japão e Rússia.

Davis (1992) salienta que o ábaco teve grande relevância na história pois, historicamente, ele constitui o mais fundamental instrumento mecânico para a computação, em particular, nos tempos em que os sistemas de numeração ainda eram inadequados à computação escrita.

Pensando num dispositivo para a multiplicação, o matemático John Napier, nobre escocês de Edimburgo, inventor do logaritmo, em torno de 1617 criou os **Bastões de Napier**. Era uma espécie de tabuada para realizar as multiplicações, de modo que somente adições seriam necessárias para completar o processo da multiplicação. Era um conjunto de nove bastões feitos em madeira, um para cada dígito, que transformavam a multiplicação de dois números numa soma das tabuadas de cada um dos dígitos.



Figura 2: Simulação da multiplicação de 9 por 384 com Bastões de Napier

Com a finalidade de resolver cálculos complicados, Willim Oughtred, sacerdote inglês, em 1622 teve a idéia de representar os logaritmos de Napier em escalas de madeira ou outro material qualquer, o que chamou de **Círculos de Proporção**. Esse dispositivo, mais tarde em 1633, deu origem a **Régua de Cálculos**, que utilizava os logaritmos dispostos na régua permitindo a realização das operações. A Régua de Cálculos pode ser considerada o primeiro computador analógico⁷. É importante destacar que, a partir de 1900, a régua passou por várias modificações, aumentando sua utilidade para cálculos de difícil resolução, e até 1970 ela era usada normalmente por acadêmicos e profissionais, possibilitando fazer cálculos grandes e árduos.

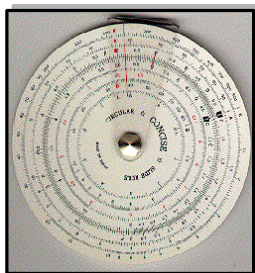


Figura 3: Régua de Cálculo

⁷ Realizam operações aritméticas por meio de analogia, isto é, não trabalham com números ou símbolos que representem os números. Eles fazem uma analogia entre os valores com os quais pretende trabalhar e os valores internos da máquina.

Com o passar do tempo, o homem vem tentando aperfeiçoar instrumentos que possibilitem realizar operações matemáticas (contas) de modo mais fácil.

Caraça (1942, p. 12), com uma visão positiva em relação ao avanço tecnológico das máquinas, fala que:

Duvidamos que as tábuas de logaritmos, como instrumento de trabalho, conservem por muito tempo a soberania que tiveram. Em certos ramos de aplicação da Matemática à vida corrente, a tábua de logaritmos está hoje de largo ultrapassada pela máquina de calcular (...)

A necessidade que o homem tem em querer aperfeiçoar cada vez mais o seu trabalho faz com que ele fique na busca incessante de tentar melhorar sempre.

Assim, surge a primeira máquina de calcular que, segundo Davis (1992), deveria ser considerada como protótipo daquelas usadas atualmente, e que foi inventada por Blaise Pascal.

Blaise Pascal, juntamente com seu pai, trabalhava na administração pública de Rouen, no setor de contabilidade, e passava horas fazendo cálculos intermináveis, utilizando nessas operações o ábaco. Isso o incomodava. Acreditava que poderia ter um instrumento que pudesse facilitar tais cálculos. Isso lhe gerou uma grande insatisfação, a qual acabou quando teve a brilhante idéia de desenvolver uma máquina que pudesse auxiliá-lo nessa tarefa e amenizasse todo o seu trabalho com contas laboriosas e longas. Devido a esta necessidade, criou uma máquina de calcular.

Essa invenção ficou conhecida como **Pascalina**. A Pascalina é a precursora das calculadoras mecânicas e ficou conhecida como a primeira calculadora que fazia adição e subtração — foi projetada para tais finalidades. É pertinente destacar que a Pascalina nasceu da necessidade de resolver problemas numéricos, de fazer contas. Ela consistia numa caixa retangular grande, e no topo havia seis rodas. As rodas eram ligadas a tambores de registro que ativavam rodas numéricas, as quais podiam ser lidas através de aberturas no topo da máquina. Pascal recebeu uma patente do rei da França para que comercializasse a Pascalina, porém essa comercialização não foi satisfatória devido a seu funcionamento pouco confiável.

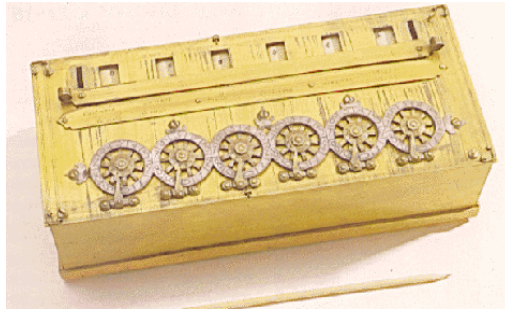


Figura 4: Pascalina

Complementando as operações da Pascalina, em 1671, Gottfried Wilhelm Leibniz, filósofo e matemático alemão, um dos criadores do cálculo diferencial e integral, projetou uma calculadora que era um aperfeiçoamento da Pascalina. Leibniz acreditava que a máquina poderia auxiliar o homem em suas tarefas. Introduziu o conceito de realizar multiplicações e divisões através de adições e subtrações sucessivas; também efetuava raiz quadrada. Sua máquina utilizava rodas dentadas para realizar os cálculos, ou seja, utilizava os princípios das roldanas. Não obteve sucesso com a máquina, pois sua operação apresentava dificuldade e era sujeita a inúmeros erros, porém, apesar disso, recebeu o nome de **Calculadora Universal**.

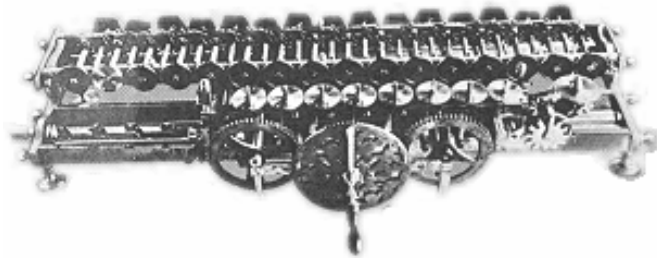


Figura 5: Calculadora Universal

É notório afirmar que a cada época busca-se criar novas máquinas que auxiliem o homem no manuseio dos cálculos. É uma busca incessante de criar sempre algo melhor e mais eficaz para satisfazer às necessidades do homem junto ao seu trabalho.

Com o objetivo de criar uma máquina que pudesse efetuar as quatro operações básicas, Charles Xavier Thomas, francês, mais conhecido como Thomas de Colmar, em 1820 projetou e construiu o **Arithmometer**, Salientando que esta foi realmente a primeira calculadora comercializada com grande sucesso. A máquina

usava o mesmo princípio que a calculadora de Leibniz para a multiplicação e a divisão, e era realizada com o auxílio do usuário.

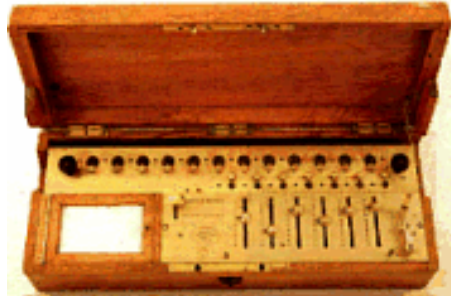


Figura 6: Arithmometer

Até o momento, as calculadoras da geração da Pascalina executavam somente operações seqüenciais. A cada cálculo, o usuário deveria intervir, ou seja, introduzia novos cálculos e o comando para determinar qual operação deveria ser efetuada.

O grande avanço ocorrido nessa área foi durante a Revolução Industrial, em 1801, na França. Joseph Marie Jacquard, mecânico francês, construiu um **Tear Automatizado**, controlado por grandes cartões perfurados, cartões estes que gerenciavam o movimento da máquina. A máquina conseguia “ler” esses cartões da seguinte forma: conforme um dispositivo encontrava um furo no cartão, atravessava-o e, com isso, era cumprida uma determinada instrução. A máquina conseguia produzir tecidos com desenhos bonitos e intrincados. Pode-se considerá-la a primeira máquina mecânica programável. Os cartões perfurados estavam destinados a produzir um grande impacto na programação de computadores⁸.

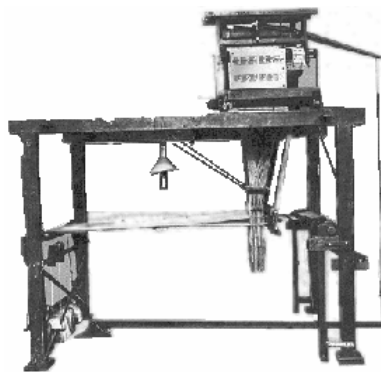


Figura 7: Máquina de Tear

⁸ Programação é a arte de fazer com que o computador faça exatamente o que desejamos. É um conjunto de instruções para dizer ao computador como executar uma determinada tarefa em particular.

Devido à insatisfação e preocupação com os erros encontrados nas tabelas matemáticas no início do século XIX, aproximadamente em 1822, Charles Babbage, inglês, apresentou um projeto à Sociedade Real de Astronomia, baseado nos conceitos encontrados por Muller, Bouchon, Falcon, Jacques e Jacquar Babbage. Decidiu, então, construir um modelo que viesse facilitar com mais rapidez e precisão o trabalho de fazer esses cálculos. Babbage criou uma máquina, o mais ambicioso projeto empreendido nessa área durante o século XIX. O projeto utilizava os cartões de Jacquard, que permitia calcular tabelas de algumas funções trigonométricas, logarítmicas, etc. Esse modelo ficou conhecido como **Máquina das Diferenças**. A máquina funcionava sem a intervenção de usuário, o operador iniciava a cadeia de operações e a máquina executava os cálculos. Esse modelo baseava-se no princípio de discos giratórios e era operado por uma simples manivela. Apesar do governo ter contribuído financeiramente para a sua produção, e também com os investimentos próprios de Babbage, a máquina não foi completada. Depois de o governo ter negado subsídio a Babbage para continuar seus trabalhos, em 1833, ele, com o auxílio de Ada Lovelace⁹, iniciou outro ambicioso projeto: a construção de uma máquina que chamou de Analítica, mais geral que a das Diferenças, e que de certa forma era semelhante aos computadores atuais, pois apresentava memória, programa, unidade de controle e periféricos de saída. A Máquina Analítica era capaz de executar as quatro operações aritméticas básicas, armazenar dados em uma memória de até 1.000 números de 50 dígitos e imprimir os resultados. Sua operação era comandada por um conjunto de cartões perfurados de modo que, dependendo dos resultados dos cálculos intermediários, a máquina poderia pular os cartões, modificando dessa forma o curso dos cálculos. Entretanto, a máquina só pôde ser concluída após a sua morte, e se tornou a base para a estrutura dos computadores atuais. Deste modo, Babbage ficou conhecido como o “Pai do Computador”.

⁹ Escreveu um plano sobre como a máquina deveria calcular números de Bernoulli. Esse plano é considerado o primeiro programa de computador e deu a Ada o título de primeira programadora do mundo. O Departamento de Defesa dos E.U.A, em 1979, desenvolveu uma linguagem de programação que recebeu o nome de “Ada” em homenagem a Sra. Lovelace.

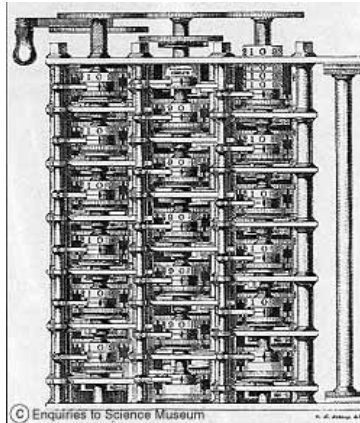


Figura 8: Máquinas das Diferenças

O estudo da lógica binária, inicialmente proposto por Wilhelm Leibniz, só viria a atingir realmente o seu esplendor em 1847, com os estudos do matemático inglês George Boole. As máquinas do início do século XIX utilizavam base decimal de 0 a 9, porém foram encontradas dificuldades de se implementar um dígito decimal em componentes eletrônicos, uma vez que qualquer variação provada por algum ruído causaria erros de cálculo. Depois de longas pesquisas, em 1854, aliando a lógica à Matemática, Boole conseguiu desenvolver a Álgebra Booleana. Seus princípios eram que as variáveis assumissem apenas valores 0 e 1 (verdadeiro e falso). É válido destacar que a Álgebra Booleana permitiu a seus sucessores a representação dos circuitos de comutação e o desenvolvimento da Teoria dos Circuitos Lógicos, passando a ser utilizada a partir do início do século XX.

A fim de acelerar o processamento das estatísticas para o censo dos Estados Unidos, por volta de 1890 o norte-americano Herman Hollerith foi o responsável por uma considerável mudança na maneira de se processar os dados dos censos daquela época. Incluiu cartões perfurados numa máquina (um tabulador estatístico), o que originou a construção do primeiro computador mecânico. Em 1895, Hollerith incluiu a função de somar em sua máquina, cujo objetivo era utilizá-la na contabilidade das Ferrovias Centrais de Nova York. Essa é considerada a primeira tentativa de realização automática de uma aplicação comercial. Em 1896, fundou a Tabulating Machines Company. Anos depois, em 1924, essa companhia veio a se chamar International Business Machine Corporation – IBM.



Figura 9: Máquina de Hermann Hollerith

No período de 1930 a 1937 tivemos grandes avanços na área tecnológica. É o que será mostrado a seguir.

Para resolver equações diferenciais complexas, Vannevar Bush, em 1930, professor do Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT), construiu um dispositivo de computação conhecido como Analisador Diferencial, e que deu origem à primeira calculadora capaz de resolver equações diferenciais. No ano seguinte, Claude Sahnnon, aluno de Bush, enquanto escrevia sua tese, começou a estudar a organização lógica desta máquina; com isso, passou a desenvolver idéias mais avançadas sobre números binários, álgebra booleana e circuitos elétricos. Estes estudos tiveram um significativo efeito sobre o planejamento dos sistemas telefônicos, e foi essencial para o desenvolvimento da ciência moderna dos computadores. No mesmo ano, em 1938, John Atanasoff, professor de física do Colégio Estadual de Iowa, nos Estados Unidos, estava em busca de um projeto para o computador. Decidiu, então, basear sua máquina no sistema binário de numeração em vez de usar o sistema decimal. Atanasoff, junto com Clifford Berry (seu estudante de graduação), acabaram realizando um protótipo, ou seja, um somador de 16 bits. Era a primeira máquina de calcular usando tubos de vácuo. Três anos mais tarde, a dupla tornou viável uma calculadora de uso geral para resolver problemas de equações lineares, que ficou conhecida como **ABC** (Atanasoff-Berry Computer).

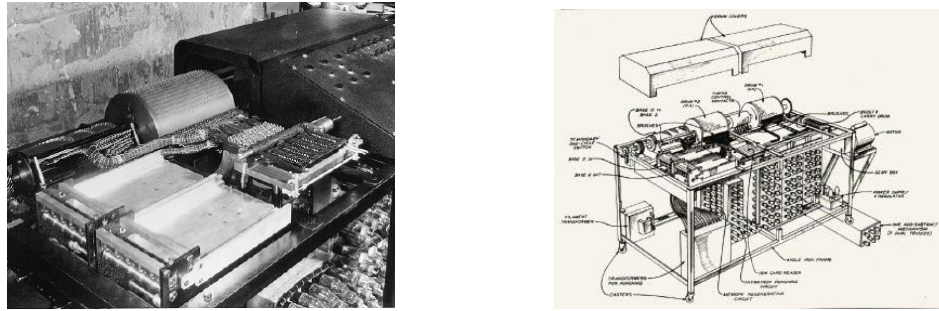


Figura 10: ABC

O engenheiro alemão Konrad Zuse, por conta de sua profissão, constantemente estava em volta com cálculos difíceis e que, na maioria das vezes, tornavam-se extremamente exaustivos. Por conta disso, em 1936, dedicou-se integralmente a uma máquina que pudesse auxiliá-lo na resolução desses imensos cálculos. Em dois anos de trabalho árduo fez o primeiro computador eletromecânico utilizando a teoria binária. O computador, chamado Z1, usava relês e possuía um teclado para introduzir problemas no computador. A partir daí, começou a aperfeiçoar o Z1 e logo surgiu o Z2, o qual era alimentado por filmes de 35 mm perfurados e que veio substituir o teclado. Construiu também o Z3, um computador operacional que possuía um dispositivo controlado por programa e baseava-se no sistema binário; conseqüentemente, surgiu o Z4, seu sucessor.

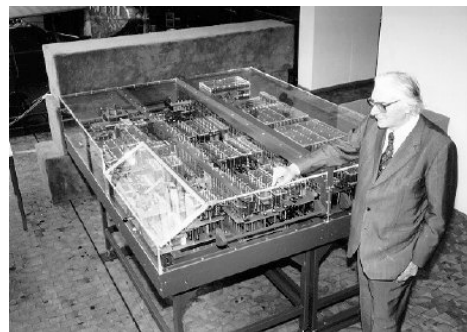


Figura 11: Konrad Zuse e seu Z1

Em meados do século XX, em 1943, o inglês Alan Mathison Turing, após ter estudado a Teoria da Relatividade e, posteriormente, ter escrito um trabalho sobre a Teoria das Probabilidades, rumou para o caminho da computação. Sua grande preocupação era saber o que, efetivamente, a computação poderia fazer. Foi a partir daí que suas perguntas foram respondidas. As respostas vieram sob a forma teórica, isto é, ele desenvolveu a teoria de uma máquina que possibilitava calcular qualquer

número e função de acordo com instruções apropriadas. Essa máquina ficou conhecida como **Turing Universal Machine** ou **Máquina de Turing**. No decorrer dos seus estudos teve início a Teoria Matemática da Computação, na qual se define um algoritmo como a representação formal e sistemática de um processo. A partir disso, surgiu a Teoria da Computabilidade, que abrange o conjunto de estudos destinados a encontrar formas de descrição e representação de processos algorítmicos. Mais tarde Turing, junto com alguns colegas cientistas, trabalhou num sistema denominado **Colossus**¹⁰, um enorme emaranhado de servos-motores e metal. O Colossus é considerado um precursor dos computadores digitais. Turing, desta forma, constrói a primeira geração de computadores modernos que utilizavam válvulas.

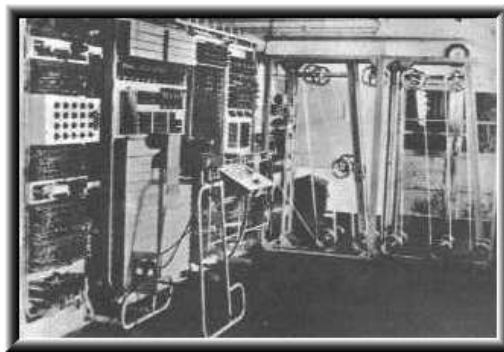


Figura 12: COLOSSUS — criado para quebrar códigos alemães ultra-secretos

Com vistas a construir um computador programável para todos os fins, ao estilo da máquina de Babbage, em 1944 o norte-americano matemático Howard Aiken investe num projeto audacioso, e assim surge o **Mark I**, uma máquina baseada em um sistema decimal e que possuía entrada de dados baseada em cartões perfurados, memória principal e unidade aritmética de controle de saída. Podia manipular números de até 23 dígitos. O Mark I era fundamentado em relês e possuía um sistema de programa armazenado.

¹⁰ O Colossus possuía 1.500 válvulas e processava 5.000 caracteres por segundo.

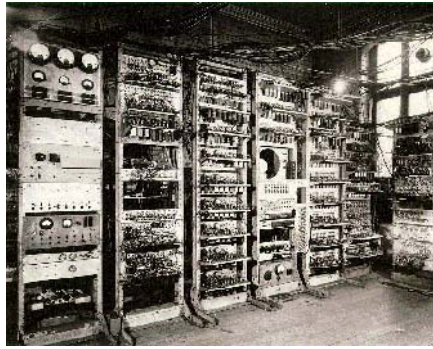


Figura 13: Manchester Mark I

Pela necessidade de resolver problemas balísticos, em 1945, surge o **ENIAC** (Eletronic Numerical Integrator And Computer) que foi construído pela Escola Moore de Engenharia Elétrica, situada nos Estados Unidos. Posteriormente, quando foi concluído, mostrou-se capaz de executar inúmeras tarefas. O ENIAC utilizava válvulas eletrônicas e os números eram manipulados segundo o sistema decimal.



Figura 14: ENIAC

O matemático e engenheiro húngaro John Von Neumann, ainda em 1944, realizou o projeto lógico de um computador. Em sua proposta, Neumann sugeriu que as instruções fossem armazenadas na memória do computador. É notório lembrar que, até então, as instruções eram lidas de cartões perfurados e executados passo a passo. Armazená-las na memória para então executá-las tornaria o computador mais rápido, pois no momento da execução, as instruções seriam obtidas com maior rapidez eletrônica. A partir das idéias de Neumann, construiu-se o **EDVAC** (Eletronic Discrete Variable Automatic Computer), sucedendo o ENIAC. É pertinente falar que a maioria dos computadores que se encontram disponíveis no mercado, atualmente, segue ainda o modelo proposto por Von Neumann. Esse modelo define um

computador seqüencial digital em que o processamento das informações é feito passo a passo, ou seja, os mesmos dados de entrada produzem sempre a mesma resposta, o que caracteriza um comportamento determinístico.



Figura 15: EDVAC

O primeiro computador destinado ao uso comercial foi criado em 1951 e recebeu o nome de **UNIVAC-I** (Universal Automatic Computer), considerado uma máquina eletrônica de programa armazenado que, em vez de usar cartões perfurados, recebia instruções de uma fita magnética de alta velocidade.

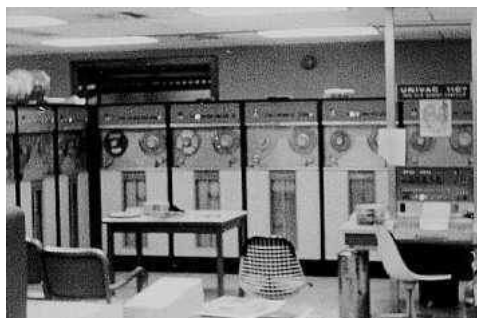


Figura 16: UNIVAC

O **MANIAC-I** (Mathematical Analyzer Numerator, Integrator And Computer) foi construído no ano seguinte, depois surgiu também o **MANIAC-II** e, por conseguinte, o **UNIVAC-III** (possuía memórias de núcleos de ferrite).

Após o surgimento destas máquinas, acaba a pré-história da informática. Com o avanço cada vez maior na área da eletrônica, atualmente podem ser encontrados computadores bem mais sofisticados no mercado, seja para uso doméstico ou comercial.

A partir daí ocorre um período de avanço na evolução do computador.

Em 1947 ocorre a criação do transistor, que se torna substituto da válvula e, portanto, permite que as máquinas fiquem mais velozes. Um pouco mais adiante, em 1957, os primeiros modelos de computadores transistorizados chegam ao mercado. Já em 1958 tem-se a criação do chip de circuito integrado, permitindo a miniaturização dos equipamentos eletrônicos. E, após toda esta sucessão de acontecimentos, ocorre em 1969 a criação da ARPANET, uma rede de informações do Departamento de Defesa Norte Americano que interliga universidades e empresas, e que deu origem a **INTERNET**.

Se no início a informática era algo para poucos, ou seja, apenas cientistas e técnicos, hoje ela se torna cada vez mais imprescindível ao nosso cotidiano, até mesmo para a realização de simples tarefas domésticas. Mediante isto, as pessoas não devem assumir uma postura avessa às novas tecnologias, mas procurar utilizá-las no sentido de aumentar a capacidade de troca e manipulação da informação.

As novas tecnologias da informação, sintetizadas no acesso à *Internet*, constituem meios significativos e admiráveis para a invenção, descoberta e criação humana. As transformações que permitem ocorrer são imensamente propícias às pessoas. A tendência, nesse mundo virtual, é que a cultura e as artes, ou qualquer outra forma de expressão da sensibilidade e inteligência humanas, passem a se desenvolver de maneira natural.

Nesse caminhar, em direção ao futuro, não há possibilidade de haver isolamento entre os homens, uma vez que é um engano pensar que, com o surgimento do ciberespaço, o ambiente natural será alterado. O ciberespaço preserva os espaços anteriores tanto do mundo concreto quanto do físico, onde as atividades tradicionais irão permanecer. As relações interpessoais, sem a intervenção dos meios eletrônicos de comunicação, continuarão a ser estabelecidas da mesma maneira com que as pessoas estão acostumadas.

A marca mais acentuada da *Internet* é o cooperativismo; o isolamento não é o seu propósito. Isso pode ser explicado na própria origem da *Internet*, uma vez que ela nasceu nos meios acadêmicos para a utilização de troca de informações entre os pesquisadores. Mas também retrata toda a imensidão da rede, que alguém sozinho não consegue dominar e nem conhecer todo o seu funcionamento. Por isso há a necessidade de ser construída coletivamente, claro que com a supremacia de uma ética que valorize a troca de informações.

Enfim, a *Internet* é uma mídia diferente das mídias tradicionais às quais as pessoas estão acostumadas no seu dia-a-dia como, por exemplo, a televisão ou o rádio, que funcionam pela irradiação das informações de uma fonte centralizada.

A *Internet*, por ter toda a sua estrutura baseada no padrão de rede — ponto a ponto — permite instituir um processo de comunicação interativo e eficaz.

O meio de comunicação é mais uma das tantas maneiras que as máquinas de processamento podem assumir no desempenho de suas numerosas funções. Com este propósito, os computadores foram interligados em malha, formando as redes de computadores.

Gennari (1999, p. 281) define rede de computadores da seguinte maneira:

Dizemos que dois ou mais computadores estão em rede, quando eles são capazes de compartilhar recursos através de um sistema de comunicação. Os computadores de uma rede podem estar ligados por cabo, por linha telefônica privada ou por satélite. (Uma rede pode transmitir textos, valores, sons, e imagens e pode partilhar recursos também, como uma impressora, por exemplo [...])

Assim, da interligação das máquinas surgem listas de discussões, páginas da *World Wide Web* (WWW), salas de bate papo, boletins eletrônicos e tantas outras ferramentas, facilmente disponibilizadas e que são úteis à troca de experiência entre os professores, alunos e/ou interessados, contribuindo de forma significativa para com a integração social dos seres humanos.

Portanto, as características do mundo virtual tornam possível potencializar as habilidades do indivíduo que está diante de uma nova linguagem do conhecimento. Há todo um conjunto de ícones, comandos, sons, imagens, velocidade, que deságua na sinergia da hipermídia, e assim compõem um aparato para o desenvolvimento do intelecto humano.

Dessa forma ressalta-se que a informática representa, atualmente, uma tecnologia intelectual sofisticada que possibilita abrir caminho para a construção de novas experiências do conhecimento. Isso acaba por se tornar algo instigante entre as pessoas.

Estamos vivendo em um mundo tecnológico, em que a Informática vem ganhando um espaço considerável. E pode perfeitamente ser explorada da melhor forma possível, tanto por professores como por alunos e/ ou curiosos.

Não se pode conceber a Informática apenas como uma ferramenta: ela é

mais do que isso. Quando nos referimos a ela desse modo, estamos ignorando a sua atuação ativa e ampla na vida das pessoas.

Apesar da educação passar por mudanças estruturais, e até mesmo funcionais, frente a essa nova tecnologia, ainda encontramos escolas e professores que, por algum motivo, ignoram essa tendência tecnológica, uma vez que é uma tendência que já faz parte de nossas vidas de forma atuante.

E o que, realmente, está acontecendo?

A informática deveria ser levada para toda a escola e, em vez disso, fica circunscrita em uma sala, presa a dia e horário determinados e sob a responsabilidade de um professor que, em certos casos, é apenas uma pessoa que sabe o básico de Informática ou é um técnico em Informática, quando deveria ser o próprio professor da disciplina. Restringe, desse modo, todo o processo de desenvolvimento da escola como um todo e perde a ocasião de fortalecer o processo pedagógico.

A globalização impõe exigência de um conhecimento holístico da realidade. Quando a Informática é colocada como disciplina, fragmenta-se o conhecimento e, conseqüentemente, delimita fronteiras, tanto de conteúdo como de prática.

Capra (1999, p. 80) corrobora no seguinte sentido:

A perspectiva holística da realidade é representada pela idéia de uma consciência transdisciplinar. Presente em todos os setores do conhecimento, ela diz respeito ao conjunto de saberes particulares, visando o entendimento acerca dos mecanismos de funcionamento humano e físico. Nesse sentido, a compreensão do real, sob a ótica holística, somente alcança uma definição, ainda que provisória, a partir da análise das inter-relações com outros elementos, e não pelo método cartesiano, que “analisa o mundo em partes e organiza essas partes de acordo com leis causais”.

Dentro desse contexto, a Informática poderia impulsionar a interdisciplinaridade ou, até mesmo, a transdisciplinaridade na escola.

A *Internet*, no decorrer dos anos, vem se destacando de maneira rápida e intensa e tendo aplicabilidade em diversas atividades de ensino, vem se constituindo numa valiosa ferramenta de auxílio ao professor e também numa importante fonte de pesquisa e estudo, colaborando na aprendizagem dos alunos.

Jacomino (1999, p. 60), comenta:

Hoje em dia, para ter acesso aos 360 anos de Harvard ou aos 115 milhões de livros do congresso americano, você não precisa mais do que cinco minutos e

um computador. Basta entrar na *Internet* e digitar o endereço dos sites [...]. O mundo inteiro está ficando interligado.

O que encontramos, às vezes, é uma visão estreita dos formadores frente à Informática, e que se estende também à *Internet*. Não há uma preocupação pedagógica quanto ao ensino da *Internet*. Não é só deixar o aluno navegar. É preciso haver uma certa ética e critérios para que não venha, mais tarde, a ser repercutida de forma negativa no processo ensino-aprendizagem.

Os formadores estão deixando os formandos agirem por conta própria quando navegam pela *Internet*, não se importando com o que eles podem encontrar pela frente. Isso está confirmado na(s) fala(s) dos formandos, e será mostrado no Capítulo 3.

Não é dado um auxílio necessário aos formandos de como podem selecionar os *sites* educativos, as informações que poderão ser úteis nos seus trabalhos acadêmicos. Porém, isto vai de encontro ao princípio que, numa perspectiva construtivista em situações de ensino e aprendizagem, é de fundamental importância a mediação permanente do formador. Ele é o indivíduo capaz de realizar os ajustes necessários entre o conteúdo a ser aprendido e a atividade cognitiva de quem aprende.

Numa página WWW podem ser encontradas variadas informações: artigos científicos, imagens, textos informais. Além disso, pode-se fazer *downloads* de *softwares* livres com perspectivas construcionistas, fazer pesquisas em *sites* confiáveis, trocar idéias na *web* relacionadas a ensino (grupo de estudos) e assim por diante. Mas o formador deve estar preparado para esse tipo de situação.

Deve-se adotar certos critérios para que os profissionais de ensino possam analisar e selecionar *sites* educacionais com o objetivo de que os alunos possam explorá-los e avançar nas suas tarefas com mais rigor e confiabilidade. Salientamos aqui que um dos principais problemas encontrados durante o uso da *Internet* como ferramenta de ensino acontece na delimitação e escolha destes critérios.

Para isso, é imprescindível que o formador se mostre mais preocupado com essa questão: não basta deixar o formando escolher o *site* que ele quer pesquisar, e pronto. Na verdade, ele precisa se inserir neste novo “mundo tecnológico” também.

Kalinke (2002, p. 71), na tentativa de utilizar a teoria construtivista e a teoria ergonômica, indica sete critérios para análise e seleção de *sites* educacionais de Matemática. Sob esta ótica, um *site* deve:

01. Disponibilizar ferramentas que possibilitem a interação;
02. Tratar os erros dos alunos como possibilidades para novas abordagens das questões;
03. Ser um ambiente dinâmico;
04. Disponibilizar ferramentas e tecnologias que possibilitem modelagens, simulações e inovações;
05. Apresentar legibilidade;
06. Disponibilizar uma documentação;
07. Privilegiar a navegabilidade.

Enfim, o professor precisa tomar certos critérios na escolha dos *sites*, para que seus alunos possam escolher o que realmente é o mais indicado, auxiliando-os nas suas tarefas escolares.

A utilização de recursos tecnológicos deve ser justificada como um diferencial que realmente vá agregar valores aos fazeres pedagógicos, éticos, morais, sociais, entre outros, tanto dos formandos quanto dos formadores. Não se justifica, de maneira alguma, utilizar a *Internet* apenas porque ela está à disposição, ou para fins de inovação nas atividades pedagógicas. Na verdade, o que se tem são modismos, e as pessoas não sabem para que servem: usam, mas não têm uma clareza sobre o assunto. Para Oliveira, Costa e Moreira (2001, p. 118),

A utilização de SE¹¹ [e também de *sites* educacionais] só faz sentido quando essa ferramenta se mostra um meio mais adequado para ajudar o estudante a superar os seus percalços e conflitos cognitivos na construção de um certo conhecimento que historicamente tenha se mostrado menos acessível a ele por meio de recursos mais convencionais.

Por isso os *sites* devem, para tanto, disponibilizar ferramentas que possibilitem a realização de experiências, modelagens e simulações. Devem ser ferramentas que permitam explorar, de forma qualitativa, as relações existentes e, principalmente, que tragam algum benefício ao aluno, sempre tomando o cuidado de saber selecionar um bom *site* e direcioná-lo para aquilo que quer. É relevante afirmar que na *Internet* existem vários *sites* não confiáveis.

OLIVEIRA (1999, p. 156), ao afirmar que o computador pode ser visto,

¹¹Softwares Educacionais

dentro de uma proposta construtivista, como um excelente instrumento na prevenção e solução de problemas de aprendizagem, justifica sua afirmação nas seguintes palavras: “[O computador] exige também que o usuário tenha consciência do que quer, se organize e informe de modo ordenado o que quer fazer, digitando [navegando] corretamente”.

Sabemos que, numa abordagem construtivista, o aluno busca autonomia para dirigir as atividades conforme suas necessidades e estágios individuais de desenvolvimento cognitivo. Esta autonomia pressupõe que ele possa navegar livremente pelo *site*, tecendo suas próprias redes de informações, com possibilidades de erro, caminhando por diferentes trajetórias, construindo seus próprios caminhos. Mas, para isso se tornar possível, se exige uma boa orientação por parte do seu professor, e só ocorrerá a partir do momento em que o formador adquirir uma nova postura em relação a sua prática pedagógica frente a essas novas tecnologias. É relevante falar sobre os cursos de formação. Esses cursos precisam ser repensados, pois de acordo com as falas relatadas no Capítulo 3, os formandos continuam saindo dos cursos de Licenciatura Plena em Matemática sem saber praticamente nada de informática.

É de fundamental importância que o formador possa repensar a sua prática pedagógica, refletindo sobre o processo ensino-aprendizagem.

Ser conhecedor de algumas ferramentas educacionais é imprescindível para o seu trabalho em sala de aula.

Freire et al (1998, p. 47) confirma isso:

É natural que o professor, no início de seu trabalho na área de informática na educação, eleja algumas ferramentas computacionais, para ele mais adequadas e/ou mais amigáveis. Para alguns professores, o aprendizado de algumas ferramentas pode parecer custoso, a princípio. Aos poucos começa a compreender o funcionamento da mesma e atinge um momento de estabilidade que lhe permite usá-la com crescente desembaraço. Esse momento é absolutamente necessário, pois não se pode aprender tudo de uma vez e usar tudo com os alunos sem uma avaliação cuidadosa. O aprimoramento atingido pelo professor em relação à sua prática pedagógica permite que ele avalie a pertinência do uso de outras ferramentas e isso deve impulsioná-lo a aprender a lidar com outros recursos tecnológicos que colaborem para a consolidação do seu trabalho com os alunos.

A partir do momento em que a tecnologia foi introduzida na prática pedagógica, muitas das formas de ensinar e aprender tentam adequar-se frente aos recursos tecnológicos existentes no mercado. Vejamos, por exemplo, o caso

específico da Matemática. O maior desafio em mudar tanto a forma de ensinar como a de aprender, no contexto escolar, constitui em criar ambientes de aprendizagem que incentivem o uso de diferentes ferramentas, de modo a enriquecer a exploração e a investigação de um determinado tipo de problema, dando origem a outros problemas. Mas será que o formador está proporcionado esse tipo de ambiente ao formando?

Queremos deixar claro que o computador não será a solução do problema para um ensino eficaz. Ele deverá ser trabalhado de forma adaptada no ensino, assim como qualquer outro recurso. Não esquecendo que o formando é o principal sujeito da sua aprendizagem.

Além disso, esses ambientes devem procurar estimular o aluno a observar, questionar, discutir, interpretar, solucionar e analisar. Estes são alguns dos exemplos de competências, de acordo com que Perrenoud (1997) nos coloca. A competência se forma a partir da construção de um conjunto de disposições e esquemas que permitem mobilizar os conhecimentos na situação, no momento certo e com discernimento, deve ser construída e desenvolvida por cada indivíduo, e não transmitida. De acordo com Valente (1999), é fruto "de um processo educacional, cujo objetivo é a criação de ambientes de aprendizagem em que o aprendiz vivencia e desenvolve essas competências".

Perrenoud (1999, p.7) define competências como sendo "uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles". O confronto de uma situação de maneira mais oportuna seria colocar em ação e em sinergia vários recursos cognitivos complementares (saberes, técnicas, atitudes), entre os quais, os conhecimentos. Esses conhecimentos, segundo Sidericoudes (2005), são "representações da realidade" que "construímos e armazenamos" ao longo da nossa experiência e formação e que são trazidas para a escola. De acordo com Perrenoud (2000), o aluno, ao entrar na escola, já "questionou-se ou elaborou respostas que o satisfazem provisoriamente", e não podemos nos livrar nem desconsiderar tão facilmente as concepções prévias dos alunos, uma vez que elas são partes de um sistema de representações.

É fundamental que o professor valorize e utilize essas representações e concepções prévias dos alunos na sua prática docente, com o fim de poderem legitimar ou refutar as hipóteses por meio da observação, discussão e análise dos

conceitos trabalhados. O que leva a uma das características que apontam para uma situação-problema: "levar o aluno a investir seus conhecimentos anteriores disponíveis, bem como suas representações, levando-o ao questionamento e a elaboração de novas idéias" (Perrenoud, 1999).

2.3. O ENSINO DE MATEMÁTICA EM UM AMBIENTE CONSTRUTIVISTA

É notório que as características dos métodos de ensino que têm por objetivo simplesmente transmitir o conhecimento — o que acontece nos cursos de formação — e em que medida se dá essa transmissão, fazendo com que o formando apenas memorize e reproduza o que foi ensinado, sem que se evidencie um verdadeiro entendimento do assunto, não atende mais os anseios da educação contemporânea.

Tomando como base a teoria de Piaget dentro da abordagem construtivista, cujo princípio é que o conhecimento é construído a partir de percepções e ações do sujeito, ou seja, leva-se em conta o conhecimento já construído pelo aluno ou que serão construídos no decorrer do processo, esta teoria indica que toda aprendizagem depende fundamentalmente de ações coordenadas do sujeito, seja de forma concreta ou abstrata.

A aprendizagem, no contexto matemático, depende de ações que caracterizam o fazer matemática, isto é, experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair e finalmente demonstrar. É o aluno agindo ativamente, diferentemente do papel passivo em que na maioria das vezes se encontra. Na grande parte das situações, os alunos não têm oportunidade de passar por situações em que desafiem suas capacidades cognitivas, sendo exigido deles no máximo, apenas, memorização e repetição. Por conseguinte, não são capazes de fazer suas próprias construções, as quais dão o real sentido ao conhecimento matemático.

Segundo Gravina (2005), a Matemática, como área de conhecimento, apresenta duas características distintas:

1ª característica – É ferramenta para o entendimento de problemas nas mais variadas áreas do conhecimento. Fórmulas, teoremas e, mais geralmente, teorias matemáticas são usadas na resolução de problemas práticos e na explicação de fenômenos. Neste sentido, o aspecto importante é a aplicabilidade da Matemática.

2ª característica – O desenvolvimento de conceitos e teoremas que vão constituir uma estrutura matemática. O objetivo é a descoberta de regularidades e de invariantes, cuja evidência se estabelece pela demonstração baseada no raciocínio lógico, e mediada tão somente pelos axiomas de fundamentação da estrutura e teoremas já destes deduzidos. É investigação no plano puramente matemático.

Gravina (2005) em *Mathematical Intelligencer*, Chandler & Edwards, faz clara referência a estes dois aspectos:

Para os matemáticos, um perene problema é explicar ao grande público que a importância da Matemática vai além de sua aplicabilidade. É como explicar a alguém que nunca ouviu música a beleza de uma melodia... Que se aprenda a Matemática que resolve problemas práticos da vida, mas que não se pense que esta é a sua qualidade essencial. Existe uma grande tradição cultural a ser preservada e enriquecida, em cada geração. Que tenha-se cuidado, ao educar, para que nenhuma geração torne-se surda as melodias que são a substância de nossa grande cultura matemática...

Destacamos que, na história do desenvolvimento da Matemática, estas características estão em constante relação. O desenvolvimento matemático de caráter puramente abstrato surge a partir da busca de soluções de problemas vistos em outras áreas do conhecimento, assim como o desenvolvimento puramente teórico apresenta-se como ferramenta para tratamento de problemas que surgem de outras áreas do conhecimento. Como exemplo, pode-se citar a história da evolução da Geometria, que mostra claramente este duplo aspecto da Matemática. No processo de ensino, estes aspectos devem ser salientados na mesma proporção. A grande questão é que um dos desafios para os formadores matemáticos é realmente encontrar os caminhos certos que levem os futuros professores a se apropriarem deste conhecimento.

Neste sentido, a teoria do desenvolvimento cognitivo, proposta por Piaget, vem ajudar a compreender que o pensamento matemático não é diferente do pensamento humano de forma mais geral, no sentido de que ambos exigem habilidades como intuição, senso comum, apreciação de regularidades, representação, abstração e generalização, e assim por diante.

A diferença a ser considerada é que, na Matemática, os objetos são de caráter abstrato e são rigorosos os critérios estabelecidos para as verdades. Essa diferença nos remete aos estágios do desenvolvimento cognitivo, elaborados por Piaget, que são o sensório-motor, o pré-operatório, o operatório-concreto e o operatório-formal.

Somente nesse último, operatório-formal, atingido na adolescência, o indivíduo torna-se capaz de pensar abstratamente, refletindo sobre situações hipotéticas de maneira lógica. As operações mentais antes aplicadas somente a objetos, podem ser aplicadas, agora, também a hipóteses formuladas em palavras. O pensamento sobre conceitos abstratos apresenta-se cada vez mais articulado. Não possui mais a necessidade de estar diante de objetos concretos ou de operar sobre eles para relacioná-los. O adolescente transforma os dados da experiência em formulações organizadas e desenvolve conexões lógicas entre elas. Enfim, é capaz de pensar sobre o seu próprio pensamento. É a constituição do pensamento puramente abstrato.

Portanto, acreditamos que somente no ensino médio da Matemática deva-se explorar as construções formais abstratas, enquanto que, no ensino fundamental, o professor deva trabalhar, com ênfase predominante, as construções concretas próprias dos outros estágios do desenvolvimento cognitivo, e que são indispensáveis para que o aluno atinja o estágio cognitivo necessário para o também exigido tratamento lógico e formal da matemática.

É esclarecedor o que diz Piaget (1973, p.18):

O papel inicial das ações e das experiências lógico-matemáticas concretas é precisamente de preparação necessária para chegar-se ao desenvolvimento do espírito dedutivo, e isto por duas razões. A primeira é que as operações mentais ou intelectuais que intervêm nestas deduções posteriores derivam justamente das ações: ações interiorizadas, e quando esta interiorização, junto com as coordenações que supõem, são suficientes, as experiências lógico-matemáticas enquanto ações materiais resultam já inúteis e a dedução interior se bastará a si mesmo. A segunda razão é que a coordenação de ações e as experiências lógicas matemáticas dão lugar, ao interiorizar-se, a um tipo particular de abstração que corresponde precisamente a abstração lógica e matemática.

É a representação mental que permite a transição da ação sensório-motora à ação abstrata. Os esquemas evoluem para conceitos e as ações para operações através da tomada de consciência, que Piaget define como a reconstituição conceitual do que tem feito a ação. Nesse sentido, Becker (1997, p.25) diz:

É fácil vislumbrar o que isto significa para a aprendizagem. O esquema, generalização no plano da ação concreta, poderá mediante progressivas tomadas de consciência, tornar-se conceito, generalização no plano mental ou intelectual. Dos limites do real passa-se ao possível...

O “novo” objeto de conhecimento é assimilado pelo indivíduo, através das

estruturas já estabelecidas, sendo o objeto percebido de uma certa maneira; o “novo” cria conflitos internos, dominados pela acomodação das estruturas cognitivas, e esse objeto passa a ser percebido de uma outra forma. Neste processo progressivo é construído o conhecimento.

Na formação dos alunos, deseja-se construir uma base sólida de conhecimento da área de Matemática, e deve-se atentar para a grandeza intelectual que transcorre do constante desenvolvimento cognitivo do indivíduo quando ele se dispõe a mergulhar no processo do fazer matemática.

Sobre esse processo dinâmico de “assimilação versus acomodação”, de construção simultânea, de conhecimento matemático e de estruturas mentais, é que faz com que Fischbein (1994, apud GRAVINA, 2005) se manifeste dizendo:

Axiomas, definições, teoremas e demonstrações devem ser incorporados como componentes ativos do processo de pensar. Eles devem ser inventados ou aprendidos, organizados, testados e usados ativamente pelos alunos. Entendimento do sentido de rigor no raciocínio dedutivo, o sentimento de coerência e consistência, a capacidade de pensar proposicionalmente, não são aquisições espontâneas. Na teoria piagetiana todas estas capacidades estão relacionadas com a idade — o estágio das operações formais. Estas capacidades não são mais do que potencialidades que somente um processo educativo é capaz de moldar e transformar em realidades mentais ativas.

A teoria de Piaget mostra de forma natural uma continuidade na formação das estruturas cognitivas, ainda de forma gradativa, desde os primeiros esquemas até chegar ao pensamento formal abstrato.

Se o processo de ensino e aprendizagem não leva em consideração esta naturalidade, há de se esperar que os alunos sejam desprovidos de suas ações e experiências de caráter concreto e, posteriormente, também sejam privados do caráter abstrato. Isso faz com que sejam identificados apenas como receptores passivos de informação e, como consequência, apresentem nível de pensamento abstrato baixíssimo, como observa Moore (2004) em sua pesquisa sobre obstáculos frente à demonstração de teoremas, onde identifica algumas causas como imagens mentais inadequadas, pouco entendimento dos conceitos, pouco domínio da linguagem e notação matemática. Neste sentido, Vergnaud (1990, p.7) observa que

Um dos maiores problemas na educação decorre do fato de que muitos professores consideram os conceitos matemáticos como objetos prontos, não percebendo que estes conceitos devem ser construídos pelos alunos... De alguma maneira os alunos devem vivenciar as mesmas dificuldades conceituais e superar os mesmos obstáculos epistemológicos encontrados pelos

matemáticos... Solucionando problemas, discutindo conjecturas e métodos, tornando-se conscientes de suas concepções e dificuldades, os alunos sofrem importantes mudanças em suas idéias...

No entanto, querer que os alunos vivenciem as dificuldades conceituais e superem os obstáculos epistemológicos encontrados pelos matemáticos não parece factível de ser realizado.

No contexto do ensino matemático, como foi dito anteriormente, depende-se de ações que caracterizem o fazer matemático e, nesse sentido, concordamos com Richards (1991, p. 26), quando afirma que:

É necessário que o professor de matemática organize um trabalho estruturado através de atividades que propiciem o desenvolvimento de exploração informal e investigação reflexiva e que não privem os alunos nas suas iniciativas e controle da situação. O professor deve projetar desafios que estimulem o questionamento, a colocação de problemas e a busca de solução. Os alunos não se tornam ativos aprendizes por acaso, mas por desafios projetados e estruturados, que visem a exploração e investigação.

O que é corroborado por Dubinsky (1991, p.31), quando afirma que:

Na educação a preocupação principal deveria ser a construção de esquemas para o entendimento de conceitos. O ensino deveria se dedicar a induzir os alunos a fazerem estas construções e ajudá-los ao longo do processo... Aprender envolve abstração reflexiva sobre os esquemas já existentes, para que novos esquemas se construam e favoreçam a construção de novos conceitos... Um esquema não se constrói quando há ausência de esquemas pré-requisitos...

Para que isso ocorra, é indispensável que o formador repense na sua postura como educador e dê oportunidade aos formandos de construir seus esquemas de conceitos, criar, refletir, falar e se tornarem críticos de suas próprias ações. A seguir, conheceremos uma das estratégias de ensino com suporte no Construcionismo que visa minimizar os desencontros entre o ensino e a aprendizagem.

2.4. A MATEMÁTICA, O COMPUTADOR E O CONSTRUCIONISMO DE PAPERT

Seymour Papert¹², durante o período em que trabalhou com Piaget, ficou

¹² Seymour Papert trabalhou com Jean Piaget, durante 05 (cinco) anos, no Centro de Epistemologia Genética, em Genebra.

entusiasmado com a perspectiva que ele tinha como princípio de considerar a criança como “ser pensante”, capaz de construir suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada. No decorrer do tempo, porém, logo se inquietou com as poucas pesquisas que estavam sendo realizadas no sentido de criar condições para que mais conhecimento pudesse ser adquirido por esta criança.

Papert (1985, p.20) define assim a teoria piagetiana:

As crianças parecem ser aprendizes inatos. Bem antes de irem à escola, elas já apresentam uma vasta gama de conhecimento que foram adquiridos por um processo que chamarei de ‘aprendizagem piagetiana’ ou aprendizagem sem ensino. Por exemplo, aprender a falar, aprender geometria intuitiva necessária para se deslocar no espaço e aprender lógica retórica suficiente para conviver com os pais tudo isso sem ter sido ensinada.

Fazendo uma breve comparação entre os métodos tradicionais — onde o professor transmite o conhecimento ao aluno e este o recebe de forma passiva sem nenhum tipo de manifestação e/ou comentários — e esta posição piagetiana, vemos que há uma diferença considerável.

Silva (1964, p.21) indica a necessidade de importantes mudanças não apenas nos conteúdos, como também nas abordagens de ensino, e continua:

A modernização do ensino da Matemática terá de ser feita não só quanto a programas, mas também quanto a métodos de ensino. O professor deve abandonar, tanto quanto possível, o método expositivo tradicional, em que o papel dos alunos é quase cem por cento passivo, e procurar, pelo contrário, seguir o método activo, estabelecendo o diálogo com os alunos e estimulando a imaginação destes, de modo a conduzi-los, sempre que possível, à redescoberta.

De um modo geral, o procedimento adotado comumente pelo professor para que a criança aprenda algo consiste em oferecer-lhe a instrução verbal correspondente. Se a criança não aprende, o professor culpa o método, ou o que está ensinando, não procura ver se há outras possibilidades pelas quais não tenha ocorrido essa aprendizagem.

De acordo com Antunes (1998, p.100),

Diferente de uma posição inatista, que acreditava que se aprenda quando se acumulavam informações, mais ou menos como se o cérebro fosse um balde vazio a ser enchido pelas explicações do professor, a perspectiva construtivista sugere que o sujeito é sempre o centro da produção da aprendizagem, que ele a constrói por meio de múltiplas interações.

No enfoque construtivista não se busca a memorização dos conteúdos

ministrados aos alunos, mas sim o que eles podem criar, demonstrar e mostrar. O construtivismo destaca a compreensão, encoraja a organização do pensamento e contribui de forma considerável para o crescimento da inteligência.

Concordo quando Antunes (1998, p.101) diz:

Em geral, a escola, e não é só a escola brasileira, sempre pareceu desejar apagar do cérebro e do corpo da criança uma outra linguagem que é a sua maneira de perceber a vida, o tempo e o mundo que a cercam. Esse desapego pelos conteúdos existenciais inerentes à criança apresenta custos altos e, muitas vezes, irreversíveis, pois significa desprezar a astúcia, a criatividade espacial, a inventividade para se defender de um mundo adulto que, muitas vezes sem perceber, tudo faz para oprimi-la.

Papert, após o período que trabalhou com Piaget, foi para o Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston, EUA, onde trabalhou com Marvin Minsky no Laboratório de Inteligência Artificial daquela instituição e nessa época viu na informática a possibilidade de realizar seu desejo de criar condições para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos.

Assim sendo, Papert (1994) classifica o uso educacional do computador em duas linhas de filosofia: o **Instrucionismo** e o **Construcionismo**.

O **Instrucionismo** fundamenta-se no princípio de que a ação de ensinar é fortemente relacionada com a transmissão de informação ao aluno. Dentro dessa perspectiva, a melhoria do ensino consiste em aperfeiçoar as técnicas de “transmissão” de informação apresentadas sob os mais variados tipos de modalidades. O computador passou a fazer parte desse contexto para auxiliar o processo de informação. Uma das primeiras abordagens foi o da Instrução Auxiliada por Computador (CAI – Computer Assisted Instruction), onde o computador literalmente assume o papel de máquina que realmente vai “ensinar” o aluno. As primeiras modalidades de *softwares* educacionais do tipo CAI surgiram no início da década de 60, e valiam-se da teoria comportamentalista, proposta por B. F. Skinner, como forma de aprendizagem.

Alguns modelos de instruções programadas utilizadas na escola sob o ponto de vista do paradigma Instrucionista, são listados a seguir:

- ✓ **Exercício e prática:** são programas de computador que permitem ao aluno praticar, de forma repetida, as operações. O seu objetivo é a fixação, por meio de vários exercícios, com diferentes graus de dificuldades;

- ✓ **Tutoriais:** programas em que se “ensina” um certo tipo de assunto para o aluno. Inicialmente, o programa produz uma informação e faz uma série de perguntas sobre ela. Em seguida, dependendo da resposta do aluno, o computador fornece outras informações e apresenta outras perguntas, e assim sucessivamente. É imperioso afirmar que os tutoriais, quando utilizados inúmeras vezes pelo mesmo aluno, tornam-se enfadonhos, uma vez que o aluno já sabe as respostas das situações apresentadas pelo computador;

- ✓ **Simulação:** são programas que podem representar alguns ambientes, com a finalidade de testar efeitos produzidos nos usuários por várias maneiras de intervenção;

- ✓ **Jogos Educacionais ou Jogos Pedagógicos:** o objetivo é promover a aprendizagem das disciplinas escolares. São, de forma geral, executados sob o comando de um conjunto de regras inteligíveis e que, no final, geralmente há sempre um vencedor.

É preciso que o professor tenha uma postura acerca de como utilizar o computador na escola da melhor forma possível, e assim, obter melhores resultados no processo ensino-aprendizagem.

Papert (1994, p. 43) argumenta que:

Na educação, o acrônimo CAI é empregado para o uso plenamente assimilado da tecnologia de computação. CAI refere-se a programar o computador para administrar os tipos de exercícios tradicionalmente aplicados por um professor num quadro-negro, num livro texto ou numa folha de exercícios.

No **Construcionismo**, a aprendizagem é vista como uma atitude ativa, ou seja, o aluno constrói o seu próprio conhecimento. O aluno, através de uma atividade qualquer, aprende exercitando uma tarefa de “ensinar” o computador, ou seja, o aluno vai ter a possibilidade de construir modelos que serão explorados, construídos e reconstruídos por ele próprio. De acordo com essa concepção, a construção do conhecimento só acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse como um texto, um programa, e assim por diante.

A atividade de uso no computador pode ser feita tanto para continuar

transmitindo a informação para o aluno, reforçando dessa forma o processo do ensino tradicional (Instrucionismo), quanto para criar condições em que o aluno possa construir seu conhecimento por meio da criação de ambientes de aprendizagem que incorporem o uso do computador na sua atividade (Construcionismo).

Seymour Papert (1994, p. 54) afirma:

O Construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (pescando¹³) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal pode ajudar, principalmente, certificando-se de que elas sejam apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento de que as crianças mais precisam é o que lhes ajudará a obter mais conhecimento. É por isso que precisamos desenvolver a matemática¹⁴.

Sobre a importância, para o aprendizado, das interações no mundo, enfatiza Papert (1994, p. 55):

O Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo,... Atribui especial importância ao papel das construções no mundo como apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, deste modo, menos uma doutrina puramente mentalista.

Papert procurou sistematizar, na interação com o computador, muitos aspectos das idéias de Piaget, e cujas proposições teóricas tiveram origem no seu interesse pelos mecanismos de aprendizagem do ser humano. Sua idéia era criar um ambiente de aprendizagem onde o conhecimento não é passado para a pessoa, mas onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, pudesse manipular e desenvolver outros conceitos (VALENTE, 1991).

Piaget demonstrou que a criança já possui, desde os primeiros anos, mecanismos de aprendizagem que ela desenvolve mesmo sem ter ido à escola, a partir da interação com os objetos do ambiente onde vive (VALENTE, 1991).

Com base nisso, Papert propõe o Construcionismo, que estuda e explica a construção do conhecimento, em função da ação física ou mental do aprendiz, na

¹³ Provérbio popular africano: se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar.

¹⁴ Matemática vem de uma palavra que formou a partir da raiz grega *mathein*, "aprender". Matemática, portanto, significa "aprender a aprender".

construção de projetos de seu interesse, em interação com os objetos de seu meio através do computador. Para o Construcionismo é importante também o tipo de ambiente onde o aprendiz está inserido. Por isso, busca-se criar um ambiente de aprendizagem rico e aberto, onde o controle do processo de construção do conhecimento está nas mãos do aluno, não do professor. A atividade é proposta pelo aprendiz, e seus projetos são algo que ele deseja realizar. O professor deixa de ser o "controlador" e passa a ser o "facilitador" do processo de aprendizagem, o que exige normalmente uma atitude criativa do professor, proporcionando dessa forma uma reflexão sobre sua prática em sala de aula.

No paradigma construcionista, o facilitador necessita conhecer a ferramenta computacional e procurar ter uma visão dos fatores sociais e afetivos dos alunos que deverão contribuir para a aprendizagem, e como intervir no momento certo através do método piagetiano e da ZDP de Vygotsky. O construcionismo coloca em questão a postura do professor e, conseqüentemente, vai requerer mudanças profundas na sua postura como educador.

O fato de que o controle do processo esteja nas mãos do aprendiz (aluno) já favorece o seu envolvimento, cabendo ao facilitador (professor) propor novos desafios que o estimulem e que estejam ao seu alcance, propor alterações nas atividades, perguntar, ajudando a explicitar os conceitos que estão sendo trabalhados a cada passo dos projetos. É fundamental, para isto, o conceito de "Zona de Desenvolvimento Proximal" (ZDP), definida por Vygotsky (1988, p. 115) como:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Segundo Menezes (1993, apud GALVÃO FILHO, 2005),

Esta concepção vem permitindo mudanças no ambiente de aprendizagem, principalmente quanto à adoção de metodologias voltadas para o reconhecimento da identidade cultural do aluno. Portanto, é de fundamental importância, para o facilitador, o conhecimento sobre o aluno, sua história, seu meio social, sua forma e estilo de interagir e construir o conhecimento. A

partir disso, é possível atuar na sua "Zona de Desenvolvimento Proximal", levando-o a dar passos de seu "nível de desenvolvimento real", para o "nível de desenvolvimento potencial".

Neste modelo educacional, a ênfase não é colocada no produto que a pessoa realiza, mas no processo pelo qual ela atinge seus objetivos. Por isso, o erro deixa de ser algo passível de punição e passa a ser um momento de reavaliação, de depuração pelo aluno de suas próprias hipóteses. É um momento de reflexão sobre sua atividade. Esta reavaliação e depuração é um momento privilegiado para o aprendiz pois, no momento em que revê suas hipóteses, que foram testadas por ele mesmo em seu projeto, fica desafiado, a partir da identificação e análise do seu erro, a elaborar novas hipóteses e novas estratégias para a solução dos problemas.

Ele tem o interesse em encontrar a solução para as dificuldades que encontra, pois os objetivos a que deve chegar são definidos por ele mesmo, e não impostos por outros. O aluno começa a pensar sobre sua forma de pensar. E as etapas normalmente percorridas pelo aluno neste processo são sistematizadas por Valente, segundo os seguintes passos: descrever a solução do problema através dos comandos executá-la no computador, refletir sobre o resultado obtido e depurar, se for necessário, para novamente continuar a descrição (VALENTE, 1993).

É neste momento que a teoria "estudada" começa a assumir um sentido real, favorecendo a integração do conhecimento técnico e a visão construcionista que permeia o seu uso.

No construcionismo é necessário fornecer ao professor a base teórica e prática desta nova metodologia que salienta o aprendizado, e não o ensino. O objetivo não é obter técnicas ou novas metodologias de ensino, mas sim o de conhecer o processo de aprendizagem, ou seja, como ele ocorre e como intervir na relação aluno-computador, sempre levando em consideração as condições favoráveis para a construção do conhecimento. O professor deve proporcionar ao aluno um ambiente de aprendizagem onde execute e vivencie uma determinada experiência, ao invés de receber por parte do professor o assunto já "mastigado".

De acordo com Valente (2005a):

A experiência tem mostrado que o profissional de ciências exatas tem muita dificuldade em aceitar estas idéias. Ele, certamente, valoriza muito mais a exatidão e os fatos inquestionáveis, tipo 'dois mais dois é igual a quatro', enquanto que as questões emocionais e cognitivas não são tão claras e

exatas como ele espera. Educação, emoção, cognição são áreas das ciências, mas um tipo de ciência onde não existe 'o certo'. Isto requer uma postura de constante questionamento e crítica, que não é muito comum entre os profissionais das ciências exatas.

No âmbito construcionista, como o professor passa a ser o “facilitador” nesse processo de aprendizagem, muitas vezes ocorre certa resistência em querer mudar de atitude. O papel do ciclo de atividades nesta fase é o de propiciar ao professor a compreensão da sua ação, isto é, a reflexão-sobre-ação.

A visão de Schön (1995) ajuda-nos a compreender estes dois momentos do processo de aprendizagem do professor. Para ele, a reflexão-na-ação refere-se aos processos de pensamento que ocorrem durante a ação, permitindo-lhe reformular suas ações no decurso de sua intervenção. Estabelece-se um dinamismo de novas idéias e hipóteses, que demandam do professor uma forma de pensar e agir mais flexível e aberta. Certamente, o professor não pode limitar-se a aplicação de técnicas aprendidas; é preciso construir e comprar novas estratégias, novos modos de enfrentar e definir os problemas. Este processo envolve não apenas o conhecimento científico dos fatos, mas também o conhecimento intuitivo e artístico.

A reflexão-sobre-ação refere-se à análise que o professor faz dos processos e das características da sua própria ação, no momento em que ele se distancia da prática do cotidiano. Assim, a ação pedagógica é reconstruída pelo professor a partir do observar, descrever, analisar e explicitar os fatos. Estes procedimentos propiciam ao professor a compreensão de sua própria prática.

O professor deve desenvolver práticas pedagógicas que ofereçam condições para que seus alunos se tornem cidadãos críticos e autônomos. Enfim, o professor, por sua vez, deve dar voz aos alunos, trocar idéias com seus pares e focar a relação do cotidiano escolar.

A reflexão-na-ação, portanto, representa o saber fazer (que ultrapassa o fazer automatizado) e a reflexão-sobre-ação representa o saber compreender. São dois processos de pensamentos distintos que não acontecem ao mesmo tempo, mas que se completam na qualidade reflexiva do professor.

Quando o professor repensa sua própria prática, fazendo uma reflexão sobre suas idéias ou de como está ensinando, por exemplo, a possibilidade dele dar espaço para que o seu aluno também se torne reflexivo é grande.

Freire et al (1998, p. 60) esclarece:

Estamos habituados a ter no professor “a fonte” da informação, mas esse quadro, hoje, tende a se modificar enormemente. Isso não significa que o professor perdeu o seu lugar, ao contrário, ele está deixando de ser o “detentor” do conhecimento para ser o mediador do conhecimento culturalmente construído e compartilhado. É ele quem orienta as investigações dos alunos, incentiva o prazer pelo saber, observa e aproveita o modo como cada aluno constrói seu próprio conhecimento. O conhecimento não está mais centrado exclusivamente em sua figura, e pode ser acessado de diversas maneiras: através de revista, jornais, livros, software, vídeo. Mas, sem dúvida, é o professor quem tem condições de criar situações de aprendizagem nas quais esse conhecimento assume forma e sentido.

Assim, chega o momento, através da reflexão da sua própria prática, em que o professor precisa abandonar sua postura pretensamente superior e autoritária e, junto com seus alunos, formar uma parceria em meio às aventuras e eventuais descobertas que possam surgir no âmbito escolar.

Desse modo, o aluno, simples ouvinte, passa a ter uma participação mais ativa, questionadora, criativa e comprometida com o exercício de investigação e construção do conhecimento: ele passa a ter uma visão crítica e assumir uma postura inquiridora e participativa dentro do contexto escolar.

O aluno passa a interpretar, compreender, criar e recriar; isso torna-se imprescindível e precisa estar presente constantemente no processo de educação escolar, em função da necessidade de reconstrução dos conhecimentos e de construções para a vida.

Isso remete à linguagem de programação, onde ela deveria ser vista como algo importante no ensino, pois auxilia o aluno a desenvolver as suas potencialidades, possibilitando criar e recriar, refletir, depurar, se necessário for, e assim por diante. Enfim, a linguagem de programação proporciona o desenvolvimento do raciocínio lógico e a capacidade de “pensar sobre” do educando. É o que Papert propõe e recomenda ao longo de seu trabalho.

2.5. A LINGUAGEM LOGO

Falaremos um pouco sobre a linguagem LOGO, criada por Seymour Papert, sua filosofia, sua aplicabilidade e como ela é importante na exploração cognitiva de conceitos e situação, e como possibilita também ao aluno pensar de forma objetiva. Salientamos que esse processo, decorrente do trabalho com a linguagem LOGO,

estende-se a outras linguagens de programação, como será mostrado ao longo do trabalho.

O trabalho de Papert no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT, devido às suas constantes inquietações, gerou a linguagem de programação de computadores chamada LOGO¹⁵. Papert colocou a utilização do LOGO em prática e, após várias pesquisas, conseguiu dar a ele uma estrutura filosófica. Isso fez com que Seymour Papert seja considerado o “Pai” do LOGO.

Papert¹⁶ (2005) declara em entrevista (informação verbal) como aconteceu a criação da linguagem de programação LOGO:

Foi desenvolvida gradualmente entre 1967 e 1968. A idéia era dar à criança controle sobre a mais poderosa tecnologia disponível em nossos tempos. A linguagem foi desenvolvida para permitir que crianças programassem a máquina, em vez de serem programadas por ela.

De acordo com Valente (2005b),

Como linguagem de programação o LOGO serve para nos comunicarmos com o computador. Entretanto, ela apresenta características especialmente elaboradas para implementar uma metodologia de ensino baseada no computador (metodologia LOGO) e para explorar aspectos de processo de aprendizagem. Assim, o LOGO tem duas raízes: uma computacional e a outra pedagógica.

A linguagem LOGO tem por principal característica o fato de ser uma linguagem poderosa, de fácil manuseio e de fácil assimilação. É formada por uma parte de texto e outra gráfica. Seu ponto forte é o ambiente gráfico. Ao movimentar o cursor (em forma de tartaruga¹⁷), o aluno começa a desenhar na tela do computador. A tartaruga é o símbolo da linguagem LOGO. Ela personifica o cursor e é quem executa as ordens transmitidas pelo aluno através dos comandos, possui comandos que trabalham tanto com as palavras ou com o conjunto delas. Esses comandos dão

¹⁵ Linguagem de programação desenvolvida no Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston, E.U.A., na década de 80, por um grupo de pesquisadores que tinham como líder o professor e pesquisador Seymour Papert.

¹⁶ A maior vantagem competitiva é a habilidade de aprender. Entrevista realizada por Ana de Fátima Souza a Seymour Papert. Disponível em: <<http://www.dimap.ufrn.br/~jair.piu/artigos/seymour.html>>. Acesso em: 21 jan. 2005.

¹⁷ Estes comandos se dirigem a um pequeno triângulo luminoso na tela que Papert chamou de “tartaruga”.

meios à criança de criar frases, poemas, usar a concordância verbal. Ao juntar a parte gráfica com as palavras, possibilita elaborar narrativas com personagens animados. Também existem comandos que fazem a emissão de sons, tornando possível desenvolver conceitos musicais e a criação de novos sons.

A partir do momento em que o aluno entra em contato com o LOGO, através do contato e identificação com a tartaruga, ele começa a projetar de acordo com a sua percepção. Ao movimentar a tartaruga, o aluno vai trabalhando gradativamente e vivenciando os conceitos espaciais, tais como distâncias e ângulos, conceitos matemáticos, geometria, lateralidade, planejamento, enfim desenvolve inúmeras tarefas que darão a ele maiores condições de desenvolvimento do seu pensamento. Cria condições de construir seu próprio conhecimento.

Papert (1985, p.26) diz:

A tartaruga é um animal cibernético controlado pelo computador. Ela existe dentro das miniculturas cognitivas do "ambiente LOGO", sendo LOGO uma linguagem computacional que usamos para nos comunicar com a tartaruga. Essa tartaruga serve ao único propósito de ser fácil de programar e boa para pensar.

A chegada do computador na escola não aponta somente a sua utilização para trabalhos computacionais, mas sim formalizar uma nova metodologia de ensino, cujo objetivo é garantir mudança do processo ensino-aprendizagem que, nos dias de hoje, ainda prevalece (Papert, 1985).

Papert (1985, p. 23) salienta ainda que:

A presença do computador nos permitirá mudar o ambiente de aprendizagem fora das salas de aula de tal forma que todo o programa que todas as escolas tentam atualmente ensinar com grandes dificuldades, despesas e limitado sucesso, será aprendido como a criança aprende a falar, menos dolorosamente, com êxito e sem instrução organizada. Isso implica, obviamente, que as escolas como as que conhecemos hoje não terão lugar no futuro.

O uso do LOGO prevê que o aluno esteja no controle da máquina, mesmo em idades pré-escolares. O aluno programa o computador. E assim começa uma viagem num mundo virtual, onde ele é o principal personagem nessa "aventura". Ele começa a explorar e perceber sobre como elas próprias pensam. Papert (1985) relata que este tipo de experiência pode ser extremamente fantástico, uma vez que pensar sobre o pensar faz da criança um epistemólogo, algo nunca realizado pela

maioria dos adultos.

E Papert (1985, p.160) completa, dizendo:

Em muitas escolas, atualmente, a frase 'instrução ajudada pelo computador' (computer aided instruction) significa fazer com que o computador ensine a criança. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para 'programar' a criança. Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais poderosos e modernos equipamentos tecnológicos e estabelece contato íntimo com algumas das idéias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais.

O aluno possui autonomia para propor os problemas ou projetos a serem desenvolvidos segundo seus interesses, tendo como facilitador o professor, que irá auxiliá-lo a atingir seus objetivos.

É importante ressaltar que as escolas tradicionais acabam sempre querendo procurar as respostas corretas para legitimar a aprendizagem do aluno. O erro é visto pela criança como punição, podendo causar de certa forma uma dificuldade no seu processo de aprendizagem.

Papert (1985, p. 85) relata:

Mas no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de debugging é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o bug ao invés de esquecê-lo.

É fundamental citar que um aspecto importante é que, no LOGO, o aluno aprende com o erro, dando a ele a oportunidade de entender o porquê do seu erro e ir em busca de uma nova resolução para o problema proposto.

Segundo Valente (1993, p.19),

No LOGO o erro deixa de ser uma arma de punição e passa a ser uma situação que nos leva a entender melhor nossas ações e conceitualização. É assim que a criança aprende uma série de conceitos antes de entrar na escola. Ela é livre para explorar e os erros são usados para depurar os conceitos e não para se tornarem a arma do professor.

Para Antunes (1998, p.103),

Tanto por palavras quanto por sua ação pedagógica, o professor deve levar o aluno a descobrir que o erro não é uma limitação ou incapacidade, mas um momento legítimo inerente a toda aprendizagem. O erro, em sala de aula ou

na execução de uma tarefa escolar é equivalente, mais ou menos, ao ato de, ao procurarmos alguma coisa, olhamos primeiro à direita, em busca do objeto que, na verdade, estava colocado à esquerda.

Antunes (1998) coloca que o professor que acredita não haver entidade objetiva e nem realidade única, vê como objetivo o de ajudar o aluno a construir vínculo entre as experiências vivenciadas no cotidiano e as novas experiências adquiridas para auxiliá-lo na resolução de problemas.

Continuando, Antunes (1998, p.103) esclarece:

Assim o professor deixa de ser um “ensinador de coisas” para ser um “fisioterapeuta mental”, animador da aprendizagem, estimulador de inteligências que emprega e faz o aluno empregar múltiplas habilidades operatórias (conhecer, compreender, analisar, deduzir, criticar, sintetizar, classificar, comparar e muitas outras).

Papert (1994, p.143) também se refere ao ensinador de coisas como animador de aprendizagem, quando considera:

Uma das características importantes do trabalho com o computador é que o professor e o aluno podem engajar-se numa verdadeira colaboração intelectual: juntos, podem tentar fazer com que o computador execute isto ou aquilo, e entender o que realmente faz. Situações novas que nem o professor nem o aluno viram antes ocorrem freqüentemente e assim o professor não tem que fingir que não sabe. Compartilhar o problema e a experiência de resolvê-lo permite à criança aprender como o adulto, não “fazendo o que o professor diz”, mas “fazendo o que o professor faz”.

O ambiente LOGO proporciona ao aluno criar novos termos e procedimentos que expandirão consideravelmente sua capacidade de linguagem, propiciando a ele meios riquíssimos de amadurecimento emocional.

Podemos dizer que, no enfoque instrucionista (tradicional), seria assim: “faça com que o programa ensine”, e no enfoque construcionista, seria: “faça você mesmo um programa que ensine algo”. Percebe-se aí a grande diferença de princípios entre o ensinar passivo e simples (instrucionismo) e o aprendizado ativo, que é uma característica marcante e principal no construcionismo. No paradigma instrucionista, o professor está mais preocupado sobre como o computador vai auxiliá-lo nas suas tarefas de ensino (como irei ministrar minha aula). Contudo deveria voltar a sua preocupação para o processo de aprendizagem, isto é, sua atenção deveria estar direcionada para como o aluno vai construir seus conhecimentos.

2.6. POR QUE ENSINAR A PROGRAMAR?

Um argumento considerável sobre ensinar a programar é que aprender a programar um computador pode intensificar o funcionamento intelectual do aluno. Para os educadores que apóiam esse ponto de vista, aprender a programar auxilia a aprender a pensar melhor de forma intensa, profunda e objetivamente.

Parado (1996) sintetiza a atividade de programação como exercício que permite ao sujeito, que interage com o computador, “fazer e compreender”. O sujeito coloca em ação seus conhecimentos, descobrindo novas estratégias e/ou conhecimentos a fim de resolver um determinado problema, e analisa os conceitos e estratégias utilizados que o permitiram alcançar uma solução satisfatória.

A programação possui um potencial enorme e considerável na exploração cognitiva de conceitos e situações. O ensino através da programação traz benefícios cognitivos e afetivos para a maioria dos estudantes. Além de prepará-los para a cidadania em uma sociedade informatizada, da mesma forma aperfeiçoará as habilidades intelectuais desses alunos. É pertinente salientar que a programação utilizada de forma pedagógica cria um ambiente riquíssimo em situações que desafiam tanto o aluno quanto o professor. Programar o computador pode ser percebido claramente como uma maneira de representar o raciocínio de como se resolve um certo tipo de problema, por meio de uma linguagem precisa.

O objetivo da programação no ensino da Matemática não é ensinar programação de computadores, nem que, posteriormente, o aluno venha a se tornar um programador, mas sim ensinar como representar a solução de um problema segundo uma linguagem computacional. O processo de aquisição da linguagem de computação deve ser a mais clara e a menos problemática possível, para que o aluno tenha acesso a ela de maneira simples. Ela é um transporte para a expressão de uma idéia, e não o objeto de estudo. É importante destacar que a linguagem de programação¹⁸ é limitada. Como na programação, seus comandos são limitados;

¹⁸ Uma linguagem de programação é um método padronizado para expressar instruções para um computador. É um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador. Uma linguagem permite que um programador especifique precisamente sobre quais dados um computador vai atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e quais ações devem ser tomadas sob várias circunstâncias. Uma das principais metas das linguagens de programação é permitir que programadores tenham uma maior produtividade, permitindo expressar suas intenções mais facilmente do que quando comprado com a linguagem que um computador entende nativamente (código de máquina). Todo computador possui um conjunto de instruções que

mesmo assim, com esses poucos comandos é preciso fazer algo. Por isso, a criatividade é fundamental nesse processo. Quando o aluno entra em contato com a programação, necessariamente aflora sua criatividade, e sua percepção fica mais evidente. A programação de computadores possibilita isso.

Freire e Prado (2005) falam que:

A programação, potencialmente, permite ao aprendiz colocar em ação seus conhecimentos, buscar novas estratégias e/ou conhecimentos para resolver um problema novo (fazer) e analisar, de forma significativa, os conceitos, noções e estratégias utilizadas que lhe permitiriam atingir uma solução satisfatória, levando à formalização de um certo conteúdo (compreender). Evidentemente, nesta interação o papel do professor é de extrema importância. Cabe a ele partir de observações criteriosas, ajustar as intervenções pedagógicas ao processo de aprendizagem dos diferentes alunos, de modo a possibilitar-lhes um ganho significativo do ponto de vista educacional.

Considerando isto, a atuação do professor torna-se única, especial, imprescindível e importante nesse processo. O seu desempenho perante seus alunos enquanto mediador da construção do conhecimento vai além do conhecimento técnico da linguagem de programação. É necessário que o professor integre estes conhecimentos na sua prática educativa, que são o aprender a fazer e o compreender uma linguagem.

Só será isto possível se o professor estiver realmente disposto a mudar, a partir do momento em que ele conquistar uma nova postura em relação a sua prática pedagógica frente às novas tecnologias. É fundamental que o professor reflita sobre a sua prática, conduzindo-a a um aprofundamento das questões pedagógicas que norteiam o uso da programação em suas atividades de sala de aula, o que poderá causar uma ruptura com as práticas pedagógicas tradicionais, avançando em direção a uma ação pedagógica voltada para aprendizagem do aluno.

De acordo com Freire e Prado (2005),

O aprender a programar, a atuar com alunos individualmente, o aprofundamento do conhecimento em programação e a atuação em sala de aula possui objetivos específicos idealizados pelos formadores, que requerem estratégias e recursos diferenciados voltados para o desencadeamento de uma atividade reflexiva por parte do professor.

seu processador é capaz de executar. Essas instruções são representadas por números constantes e variáveis em binário. Um programa em código de máquina consiste de uma seqüência de números que significam uma seqüência de instruções a serem executadas.

O computador pode ser usado na educação como máquina de ensinar ou como máquina para ser ensinada. No primeiro momento, do ponto de vista pedagógico, esse é o paradigma instrucionista. Tal forma pode ser caracterizada como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais utilizados no ensino. É notório afirmar que o que mais se encontra instalado no computador são programas com uma série de informações passadas aos alunos na forma de tutoriais, exercício-e-prática, jogos educacionais e simulações. Nessa situação, o aluno é instruído, não há a possibilidade dele construir o seu conhecimento. Já no segundo momento, no paradigma construcionista, o aluno constrói, através do computador, o seu próprio conhecimento e, nesse caso, o computador requer certas ações efetivas no processo de construção do conhecimento. O construcionismo dá ênfase maior à aprendizagem, na construção do próprio conhecimento do aluno, ao invés de destacar o ensino através da instrução.

Valente (2005c) fala que:

Quando o aluno interage com o computador passando informação para a máquina se estabelece um ciclo: descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, que é o propulsor do processo de construção do conhecimento.

Quando se programa um computador para resolver um determinado problema, o aluno deve ser capaz de passar a idéia de como vai resolver o problema na forma de uma seqüência lógica de comandos da linguagem de programação. O que acabou de ocorrer foi uma **descrição** da solução do problema, usando comandos da linguagem de programação.

Em seguida, o computador vai realizar a **execução** desses métodos. Logo, o computador age de acordo com cada comando, apresentando na tela um resultado. A partir daí, o aluno olha para a figura que está sendo construída na tela e para o produto final e faz uma **reflexão** sobre essas informações encontradas.

Nesse processo de refletir sobre o resultado de um programa de computador, podem ocorrer duas situações: na primeira situação, o aluno não modifica o programa, porque suas idéias iniciais sobre a resolução daquele problema corresponderam aos resultados apresentados pelo computador e, por conseqüência, o problema está resolvido; ou poderá ocorrer uma segunda situação onde ele (aluno) vai **depurar** o programa: isso acontece quando o resultado é diferente do seu propósito inicial.

A **depuração**, conforme Valente (2005), pode ser em termos de alguma convenção da linguagem de programação, sobre um conceito envolvido no problema em questão, ou ainda sobre estratégias (o aluno não sabe como aplicar técnicas de resoluções de problemas).

Em outras palavras, a intenção do aluno é sempre chegar ao resultado esperado. Porém, se tal não acontece, pode ser por não ter o conceito envolvido no problema, ou ter o conceito e não saber aplicá-lo na resolução do problema, ou então não saber expressá-lo segundo a linguagem de programação, ou seja, não saber usar adequadamente os comandos. Se um desses casos se efetuar, com certeza ele não terá um resultado satisfatório. Assim, esses conceitos devem ser depurados ou melhorados.

Valente (2001, p.118) explica:

Depurar é a tradução aproximada do termo “debugging”, que surgiu originalmente na área de programação de computadores. “Debugging” é o processo pelo qual um programador detecta e corrige erros em um programa de computador. Essa terminologia usa a metáfora de ver o erro como um “bug” — um pequeno inseto que atrapalha e incomoda — e “debugging” é o ato de eliminar o inseto.

De acordo com Valente (2001, p.118), a utilização do termo “debugging” na educação foi feita por Papert (1985), que viu a programação de computadores como uma ótima oportunidade de aprendizagem.

Para Valente (2001, p.118), depurar:

[...] tem sido usado na área de informática na educação como uma oportunidade para tornar mais claro o processo de pensar e realizar tarefas por intermédio do computador. Depurar é parte de um ciclo de aprendizagem, que se inicia com o que o aprendiz é capaz de fazer naquele momento e, por meio de sucessivas depurações, poder atingir graus de compreensão cada vez mais elaborados que o levarão à aprendizagem.

Logo, a atividade de depuração torna-se mais fácil devido à existência do programa do computador. Nele encontramos a descrição das idéias do aluno numa linguagem mais simples, precisa e formal. Essas características, encontradas no processo de programação, facilitam a análise do programa, fazendo com que o aluno possa achar seus próprios erros.

O erro passa a ter uma conotação positiva. Antes, se era motivo de total

frustração, de inferioridade, hoje é um elemento importante para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. A mensagem do erro, emitida pela máquina, era vista pelo aluno como uma falha de comunicação entre ele e a mesma. Isto tornou-se um desafio que aguça a inteligência e desenvolve a capacidade de querer “acertar”. Diante disto, o medo foi cedendo espaço ao prazer. A cada novo projeto realizado, o aluno se sente mais valorizado, mais satisfeito consigo mesmo e mais audacioso em novas investidas.

E Valente (2005c) corrobora:

O processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas. O aluno pode também usar seu programa para relacionar com seu pensamento em um nível metacognitivo. Ele pode analisar seu programa em termos de efetividade das idéias, estratégias e estilo de resolução de problema. Nesse caso, o aluno começa a pensar sobre suas próprias idéias (abstração reflexiva).

Quando Valente (2001, p.119) fala em depurar, vai mais além:

A depuração introduz no processo de aprendizagem e, por extensão, na vida, a sabedoria de ver o erro como um “bug”, eliminando a conotação negativa e punitiva que tradicionalmente se atribui a algo que não está perfeito. Este modo de conceber o erro minimiza a severidade e introduz a tolerância com as coisas que não funcionam. Ninguém erra por que quer, porém pode-se cometer deslizes, pode-se introduzir “bugs” nas atividades que se realiza. A depuração também permite o exercício da paciência, já que é humanamente impossível produzir algo perfeito na primeira tentativa. Os “bugs” estão sempre presentes mesmo quando se está imbuído das melhores intenções. Porém, tudo é passível de ser melhorado continuamente. Finalmente, a depuração proporciona um importante princípio de aprendizagem e de vida, já que pode ser visto como um contínuo processo de depurar idéias e ações realizadas.

O processo de descrever, refletir e depurar não vai acontecer simplesmente ao colocar o aluno em frente ao computador. A interação entre aluno e computador precisa ser mediada pelo facilitador, que nada mais é do que professor; porém ele precisa conhecer a máquina, tanto nos aspectos computacionais quanto também no pedagógico.

É pertinente falar que o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, que se estabelece na programação, também ocorre quando o aluno usa o computador para criar texto, quando desenvolve uma multimídia por meio de um *software*, quando trabalha com planilhas ou cria banco de dados. Enfim, tal ciclo

acontece sempre que o aluno interage com o computador, ou seja, quando o aluno transmite informação para a máquina, e não a máquina para o aluno.

2.7. O COMPUTADOR E O PENSAMENTO HUMANO

Tikhomirov (1981) propõe três teorias para discutir se o computador afeta, realmente, a atividade intelectual humana.

A primeira teoria é apresentada como a **Teoria da Substituição**, onde o computador substituiria o ser humano no âmbito intelectual. Nesta situação, Tikhomirov leva em consideração que o computador é capaz de chegar aos mesmos resultados que um ser humano, ao resolver determinados tipos de problemas. Entretanto ele rejeita esta teoria, quando usa o seguinte argumento: os processos utilizados pelo ser humano, na procura da solução de um problema, não são os mesmos métodos usados pelo computador na resolução de um mesmo tipo de problema. Logo, por esta razão, a teoria é repelida, pois ela não exprime a relação entre o trabalho do computador e o pensamento humano.

Portanto, Tikhomirov mostra uma segunda teoria nomeada por **Teoria da Suplementação**. Nesta teoria, o computador complementar o ser humano, ou seja, a máquina resolve problemas que para o ser humano é de difícil solução. Borba (1991) vem esclarecer que, nesta teoria, algumas partes do processo são realizadas pelo ser humano, ao passo que, em outras, são realizadas pelo computador. A união dessas partes equivale ao resultado final que, antes, era realizado apenas pelo ser humano, e que passa a ser feito com o computador e com o ser humano: neste processo há uma interação entre os dois.

Neste aspecto, entre o computador e o ser humano, há uma justaposição. O computador vem suplementar o pensamento humano no processamento da informação. Assim, ocorre um aumento na velocidade e no volume deste processo, o que irá permitir ao ser humano processar a informação de forma cada vez mais rápida e até com mais exatidão. Salientando que há somente um aumento quantitativo da atividade humana, os aspectos qualitativos do pensamento não são considerados como, por exemplo, a busca de possíveis soluções para certos tipos de problemas.

Desse modo, Tikhomirov (1981) argumenta que as duas teorias, anteriormente citadas, falham, porque tanto a Teoria da Substituição quanto a Teoria da Suplementação não atentam para a função primordial da mediação numa atividade humana. Para o autor, não se trata simplesmente de considerar o computador substituindo processos mentais, ou mesmo de tornar possível um aumento exclusivamente quantitativo nos processos psicológicos já existentes. O foco principal deve ser o de avistar o computador como um novo tipo de mídia que possibilite a atividade humana.

Assim sendo, Tikhomirov afirma categoricamente que o computador não apenas expande a capacidade da atividade existente, como também pode atuar como mediador, já que também manifesta um novo estágio de pensamento.

E, finalmente, a terceira teoria que Tikhomirov apresenta é a **Teoria da Reorganização**, onde o computador é visto como uma nova mídia mediando as atividades humanas. É pertinente ressaltar que esse caráter mediador — originado pela teoria de Vygotsky — causa uma reorganização dos processos de criação, armazenamento de informação e também nas relações humanas. Neste caso, é possível argumentar que o computador desafia uma reorganização da atividade humana, estabelecida por Borba (1999), como moldagem recíproca entre computadores e seres humanos, pois o computador é visto pela maioria dos educadores como algo que molda o ser humano e que, ao mesmo tempo, é moldado por ele, constituindo o sistema ser-humano-computador.

Tikhomirov (1981), coloca que o pensamento é reorganizado e pode ser visto como um produto de sistemas ser-humano-computador. Borba e Penteado (2001), de acordo com seus pontos de vista, argumentam que, como o computador não exclui as outras mídias, então tal organização deve ser vista como um produto de seres-humanos com mídias.

Borba (2001, p. 46) explica melhor quando usa o termo seres-humanos com mídias, dizendo que “Os seres humanos são constituídos por técnicas que estendem e modificam o seu raciocínio e, ao mesmo tempo, esses mesmos seres humanos estão constantemente transformando essas técnicas”.

Quando se coloca desta maneira, está pondo em evidência que uma tecnologia não somente se justapõe aos seres humanos, mas também interage com eles. Os autores anteriormente citados sugerem que o pensamento é exercido pelo

sistema seres-humanos-com-mídias. Esse sistema torna-se uma extensão do sistema ser-humano-computador, proposto inicialmente por Tikhomirov (1981), considerando o pensamento como algo coletivo de que fazem parte as tecnologias da inteligência disponíveis ao longo do tempo (Borba, 1999).

No próximo capítulo será abordada a análise das falas — expressas em categorias — sobre os pensamentos dos formandos e formadores do curso de Licenciatura Plena em Matemática no Estado do Pará.

CAPÍTULO 3

ANÁLISES DAS FALAS DOS FORMANDOS E FORMADORES DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Neste capítulo apresentaremos as falas dos sujeitos da pesquisa e, a partir delas, destacaremos seis categorias para análise, identificadas da seguinte forma: necessidades da Sociedade Informatizada, ferramenta auxiliar, transmissão e difusão (*Internet*), sobre o aprendizado de informática e uma linguagem, sobre a resistência ao uso do computador ou de uma linguagem e, por fim, sobre a simbiose homem-computador-homem.

Veremos, a seguir, cada uma dessas categorias.

3.1. NECESSIDADES DA SOCIEDADE INFORMATIZADA

Atualmente, assistir à televisão ou a um filme no DVD, falar ao telefone, movimentar a conta no terminal bancário e pela *Internet*, fazer compras on-line, trocar mensagens com o outro lado do planeta, pesquisar e estudar são atividades rotineiras realizadas no mundo inteiro. As tecnologias da informação e das comunicações já são partes integrantes do nosso dia-a-dia e que acabaram por invadir nossas casas, locais de trabalho e de lazer.

Porém, essa tecnologia, de um modo geral, ainda não está presente nas escolas, e quando está, não funciona adequadamente por algum motivo. Este é um ponto que não é objetivo do trabalho.

A facilidade, entretanto, com que rapidamente nos adaptamos a essas atividades está se tornando algo comum. Com isso passamos — na maioria das vezes sem dar conta disso e, principalmente, sem ter uma percepção clara e sem questionar — a viver na Sociedade da Informação, uma nova era em que a informação propaga-se de maneira rápida.

Isso é evidenciado nas falas do formador e do formando transcrito,

respectivamente, como veremos a seguir:

“... a meu ver, Informática transcende qualquer curso, seja de Matemática ou em qualquer área, todos nós estamos ligados a esta questão tecnológica...” (Paulo)

“Serve para o desenvolvimento, pois cada vez mais a tecnologia está avançando e é necessário que se tenha conhecimento desses estudos técnicos de informática” (João)

Assim, o Livro Verde Portugal (1997, p. 43) diz que:

A Sociedade da Informação exige uma contínua consolidação e actualização dos conhecimentos dos cidadãos. O conceito de educação ao longo da vida deve ser encarado como uma construção contínua da pessoa humana, dos seus saberes, aptidões e da sua capacidade de discernir e agir. A escola desempenha um papel fundamental em todo o processo de formação de cidadãos aptos para a sociedade da informação e deverá ser um dos principais focos de intervenção para se garantir um caminho seguro e sólido.

Conforme a citação acima, este sentimento, senão explicitamente demonstrado pela escola, é evidente no formador, como mostra a fala abaixo:

“... acho de suma importância, pela evolução dos tempos e evolução da tecnologia hoje o professor que não se adequar a isso, vai ser engolido pelo mercado...” (Antônio)

E este sentimento de que é importante se sentir inserido na Sociedade da Informação também é evidenciado no formando quanto ao futuro profissional, que requer referenciais seguros e sólidos, como apresentado na fala a seguir:

“Mais do que importante, é essencial. Embora a realidade da gente, hoje, não permita usar comumente o computador, é uma realidade para um futuro muito próximo, que na realidade já é um futuro de ontem. Ou você sabe ou está ultrapassado. Na minha opinião, é isso com certeza, mas embora a realidade do público não condiz com isso, você tem que estar atualizado. Além disso, mesmo que a faculdade não te ofereça, você vai ter que correr atrás” (Ana)

É evidente um desenvolvimento significativo da informação disponível aos cidadãos. O aluno chega à escola trazendo consigo a imagem de um mundo, real ou imaginário, que supera os limites da família e da sua comunidade. As mensagens — as mais variadas possíveis — transmitidas pelos meios de comunicação contribuem ou contradizem o que as crianças aprendem na escola.

E isso é observado nas falas do formador e dos formandos, respectivamente, como mostrado a seguir:

“... o cara que não está ‘plugado’, ele está fora!” (Ricardo)

“Acho que é importante, porque hoje a Informática é um dos principais pontos na atualidade. Acho que futuramente vamos ter analfabetos na informática. Provavelmente teremos professores analfabetos. Acho importante nesse ponto. Precisamos nos capacitar...” (Karina)

“Temos em nosso tempo, dois tipos de analfabetismo: o analfabetismo da letra e o analfabetismo tecnológico. Que não sejam os professores de Matemática culpados pelo analfabetismo tecnológico em Matemática...” (José)

Hoje a escola e os professores adquirem uma nova tarefa, que é fazer da escola um lugar motivador para os alunos e mostrar caminhos para uma melhor compreensão da Sociedade da Informação. Precisam ter a preocupação em oferecer a melhor preparação para que os alunos possam viver numa sociedade informatizada. Na verdade, a escola tem como foco preparar cidadãos suficientemente familiarizados com os mais básicos desenvolvimentos tecnológicos, de modo a poder participar no processo de geração e incorporação de novas tecnologias que, a todo instante, surge no país de forma intensa e rápida.

Em relação a essa questão, o Livro Verde Brasil (2000, p.45) deixa claro:

A educação é o elemento-chave na construção de uma sociedade baseada na informação, no conhecimento e no aprendizado. Parte considerável do desnível entre indivíduos, organização regiões e países deve-se a desigualdade de oportunidades relativas ao desenvolvimento da capacidade de aprender e concretizar inovações.

Em função da citação anterior, o formador vem percebendo que a educação é peça importante na Sociedade da Informação e a fala seguinte comprova esse sentimento:

“Você precisa pegar nossos alunos e colocá-los no computador, se não você vai preparar caras ‘desplugados’ que estão fora do mercado” (Fábio)

O formando também participa da mesma opinião, como é demonstrado a seguir:

“... somos vistos um tanto quanto atrasados, quando não lançamos mão desses recursos, e eu vejo que a computação é fundamental...” (Carlos)

“... nós temos também que evoluir no tempo da informática...” (Fabrício)

E o formando ainda continua falando que:

“... a informática caminha cada vez mais, e nós temos que saber evoluir junto com ela para não ficarmos meio que atrasados... desatualizados” (Fabrício)

Educar em uma sociedade de informação não é apenas treinar as pessoas para o uso correto das tecnologias de informação e comunicação, a fim de que possam ter acesso a ela, e o Livro Verde Brasil (2000, p. 71) evidencia que:

Trata-se de investir na criação de competências suficientemente amplas que lhe permitam ter uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em usos simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica.

De acordo com esta citação, o formando fala da relevância que a tecnologia vai propiciar ao ensino:

“... no ensino fundamental é de suma importância. O recurso da informática é uma forma de atualizar o aluno no mundo atual, colocá-lo na realidade atual...” (Pedro)

Essa relevância da tecnologia no ensino é caracterizada nas falas dos formandos:

“Muito importante, porque... não sei o porquê... mas é muito importante para fazer pesquisas” (Renan)

“Muito importante no desenvolvimento do aluno no futuro mais próximo, visando que, no próximo tempo, só trabalharemos com a tecnologia” (Carla)

A partir do momento em que a tecnologia foi introduzida na prática pedagógica, muito das formas de ensinar e aprender foi sendo adequado para atingir o objetivo final. No caso específico da Matemática, o grande desafio em mudar a forma de ensinar e aprender, no contexto da escola consiste em criar ambientes de aprendizagem que incentivem o uso de diferentes ferramentas de comunicação, no intuito de enriquecer a exploração e a investigação de um problema, dando origem a outros problemas.

Essa consciência em querer tentar fazer mudanças no processo ensino-aprendizagem nós podemos notar na fala do formador abaixo:

“Então é você dar o conteúdo matemático e ter consciência de mostrar isso no computador. Eu acho que isso vai ser cada vez mais freqüente, por mais que se tenha resistência por parte do professorado” (Márcio)

É importante dizer que, na fala do formador acima também é demonstrada uma certa preocupação em utilizar o computador como um instrumento que venha auxiliar suas aulas.

Além disso, os formadores devem utilizar-se desses ambientes para procurar estimular o formando a observar, questionar, discutir, interpretar, solucionar, analisar. Portanto, estes são alguns dos exemplos de competências, segundo o que

nos coloca Perrenoud (1999). A competência se forma a partir da construção de um conjunto de disposições e esquemas que permitem mobilizar os conhecimentos na situação, no momento certo e com discernimento, e deve ser construída e desenvolvida por cada indivíduo, não transmitida. De acordo com Valente (1999), é fruto "de um processo educacional, cujo objetivo é a criação de ambientes de aprendizagem em que o aprendiz vivencia e desenvolve essas competências".

3.2. FERRAMENTA AUXILIAR

A Informática na Educação demonstra que o contato bem orientado do aluno com o computador, em situação de ensino-aprendizagem, pode contribuir de forma positiva para a aceleração de seu desenvolvimento cognitivo e intelectual, principalmente quando este desenvolvimento se refere ao raciocínio lógico e formal, à habilidade de inventar ou resolver problemas, à capacidade de pensar com rigor e sistematicidade.

Enfim, o computador bem direcionado na educação pode trazer benefícios que mesmo os maiores críticos ao uso do computador na educação não ousam negar. Porém, precisamos considerar um fator importante: a aquisição de conhecimento sobre como usar, de maneira adequada, a tecnologia do computador tal qual um auxiliar pedagógico.

Então, como o professor vai lidar com esse instrumento para auxiliá-lo em suas aulas?

Valente (2005d) fala que:

O profissional deve estar preparado para: usar a informática com seus alunos, observar as dificuldades do aluno frente à máquina, intervir e auxiliar o aluno a superar suas dificuldades e diagnosticar os potenciais e as deficiências do aluno a fim de promover e superar as deficiências.

Este tipo de experiência só é adquirido quando o aluno entra em contato direto com o computador para realizar suas tarefas. Não adianta apenas teoria, é preciso experimentar, ou seja, colocar em prática as tarefas escolares usando a máquina.

Sobre essa reflexão destacamos algumas falas dos formadores, conforme

descrito a seguir:

“... agora se você consegue aliar as duas coisas, uma boa formação acadêmica e uma boa visão matemática do instrutor que está ali do teu lado, mais o recurso de visualização com o recurso de informática, aí você está no paraíso, realmente... você está no paraíso... você tem tudo...” (Alex)

“... empregando o uso do computador, você não tem limites, você pode escolher os exercícios mais complicados...” (Marcelo)

E o mesmo formador continua a explicar que:

“... quando você não tem o recurso da informática, você fica limitado a exemplificar utilizando os exercícios mais fáceis, cálculos mais redondos, quer dizer, muito longe da realidade, enquanto que, ensinando matemática com o uso da informática, você pode exemplificar com problemas bem complexos, equações para serem resolvidas, equações de oitavo, décimo grau que, para a máquina, não tem limite. Mas para um cálculo manual sem o uso da informática, meu Deus do céu, isso não pode passar de uma equação do terceiro grau, mais do que isso você complica a solução dentro da sala e não consegue chegar ao final nem com duas horas de duração” (Marcelo)

E o formador finaliza dizendo que:

“... com o computador você extrapola com oito, dez dígitos significativos, sem isso você não tinha um retorno. Hoje você não tem limites para fazer cálculos, a máquina é quem calcula para você... A nova vida real aí fora não são números redondos, são números completamente aleatórios, fracionários. Você não vai encontrar 18... 40... você vai encontrar 5, 452. A gente faz exercícios certinhos...” (Marcelo)

Essa questão é claramente corroborada também pelos formandos, segundo as falas a seguir:

“A Informática é a melhor ferramenta até hoje que já existiu para o professor de Matemática, tanto que você pode diversificar os seus trabalhos, você pode mostrar

muitos exemplos através da ferramenta. Com ela, você pode trabalhar melhor o aprendizado do aluno, tanto na parte de exercício como na parte de indução. Tudo. Você tem uma maior facilidade com ela...” (Marcos)

“Fundamental, pois facilita a vida do aluno na realização de contas, expressões, além de ter uma maior precisão nos resultados” (Cristiane)

“Necessária e eficaz, quando se têm objetivos e quando bem orientado” (Augusto)

A partir do momento em que o formando começa a manusear o computador, poderão ocorrer várias situações de conflito. O formador precisa vivenciar essas situações conflitantes em sala de aula de maneira que possa questionar sua postura, refletir sobre sua prática pedagógica, enfim começar um processo de mudança em sua postura como educador. O que nos faz lembrar os três itens da teoria de Schön (1995): reflexão na ação docente (pensar enquanto pratica), reflexão sobre a ação docente (pensar depois que pratica) e reflexão sobre o que foi refletido (pensar sobre o que foi pensado).

O computador é considerado um instrumento na função de prestar apoio ao mestre.

No entanto, podemos dizer que alguns formadores e formandos consideram o computador como uma ferramenta que possibilita melhorar o processo ensino-aprendizagem.

Ao analisarmos as falas dos formandos e formadores, em relação a como eles vêem o computador no ensino, destacamos algumas categorias que foram dispostas da seguinte forma:

❖ **Ferramenta de Ensino**

O formador usa o computador apenas como ferramenta de ensino, e isso é comprovado em alguns depoimentos:

“Bem... a Informática, hoje ela é uma ferramenta de auxílio para tudo, a gente considera a Informática como atividade ‘meio’, seja numa empresa ou para qualquer outra coisa. Ela não é uma atividade ‘fim’ é uma atividade ‘meio’...” (Reinaldo)

“... teu suporte de mídia, o teu suporte de Informática...” (Alberto)

E, de acordo com essas falas, percebemos que o formando compartilha da mesma opinião, conforme descrito abaixo:

“Uma ferramenta assim que eu acho difícil...” (Cássia)

“O computador deveria ser aplicado como uma ferramenta auxiliar, pois facilitaria as resoluções de alguns problemas do cotidiano, e sempre que for preciso” (Anete)

“Minha opinião é extremamente positiva, pois [a Informática] realiza um papel de ferramenta e de recurso didático” (Lucas)

❖ **Recurso Visual**

Para o formador, o computador é utilizado apenas como recurso visual:

“Está provado que os recursos audiovisuais fixam mais o conteúdo do que uma aula expositiva. Esses recursos audiovisuais que hoje são estados da arte...” (Sérgio)

“Utilizando alguns programas de computação você pode visualizar melhor as figuras geométricas...” (Eva)

E o formando também vai ao encontro dessa mesma posição, conforme as falas citadas:

“... também na resolução de problemas, nas disciplinas Cálculo, Cálculo B, principalmente, pois precisamos girar uma curva e sem o computador fica difícil de visualizar as superfícies, por exemplo” (Maurício)

E o mesmo formando continua argumentando que:

“... desenhar uma figura no quadro fica inviável” (Maurício)

“Usar a informática para você ter a visualização do que está estudando, sair do campo abstrato para o virtual” (Iva)

“Porque facilita mais a vida da gente na resolução de alguns problemas e também na parte da Geometria, para mostrar as figuras e ver os gráficos das funções” (Adriano)

“No meu ponto de vista, ele (o computador) é importantíssimo, ajudaria muito nos problemas na Geometria. Eu posso mostrar isso para o meu aluno de uma maneira criativa usando o computador, em vez de compasso e a régua” (André)

A máquina não deveria ser vista como uma televisão e que pudesse mostrar apenas as figuras se locomovendo. Sabemos, por exemplo, que por trás de uma figura geométrica existe a construção dela e, nessa construção, parece que tanto o formador quanto o formando não estão interessados em saber como se deu esse processo. A preocupação maior é a visualização.

❖ **Máquina de Escrever**

O formador utiliza o computador como uma simples máquina de escrever:

“A meu ver, para fazer pesquisa no computador... você pode pesquisar com mais rapidez e a questão maior no nosso caso é a digitação de trabalho” (Rômulo)

Alguns formandos também deixam claro que o computador é apenas para digitar trabalhos acadêmicos e, em relação a esse aspecto, os depoimentos mostram que:

“Eu acho muito importante até porque estamos precisando com urgência, pois agora vamos partir para fazer o TCC¹⁹ e eles (formadores) querem que seja digitado” (Helena)

¹⁹ Trabalho de Conclusão de Curso.

“Por exemplo, no TCC é fundamental você ter alguma coisa para fazer, aliás, saber fazer alguma coisa, porque tem que digitar...” (Paula)

“... a gente faz os nossos trabalhos e tem que ser todos digitados... Eles (formadores) pedem que os trabalhos sejam digitados, então a gente não pode fazer manuscrito” (Laila)

“Eu acho importante. Se você for trabalhar numa escola particular, os alunos vão sempre querer coisas novas, eles têm esse contato o tempo todo com o computador, então é uma forma de você chamar a atenção deles para a disciplina Matemática, chamar a atenção com tantas coisas por aí... melhores, digamos assim, do que ficar dentro de casa estudando..., então eu acho que pode unir as duas coisas e tornar a tua aula muito mais interessante.” (Rafael)

Nesta categoria fica evidente que o formador incentiva, de alguma forma, o formando a utilizar o computador para escrever seus trabalhos acadêmicos: ele acaba sendo instruído para essa finalidade.

❖ **Forma instrucionista**

Vamos nos deparar também com uma visão puramente instrucionista. No paradigma instrucionista, o computador pode ser usado como máquina de ensinar. O uso do computador com este sentido constitui a informatização dos métodos tradicionais. Alguém implementa no computador várias informações que devem ser passadas ao aluno através de um tutorial, exercício-e-prática ou jogo. Dessa forma, a máquina é usada para passar a informação para o aluno. Ressaltando que tais sistemas podem fazer perguntas e receber respostas imediatas com o fim de investigar se a informação foi retida. No ensino instrucionista esse tipo de característica é desejosa, uma vez que a tarefa de administrar o processo de ensino pode ser realizada pelo computador, liberando o professor da tarefa de correção de provas e exercícios. Dessa maneira, o conhecimento é passado para o aluno. Ele é instruído, ensinado.

Não é raro encontrar *softwares* disponibilizados no mercado e que agem de forma instrucionista. Muitas vezes o formador não se dá conta disso. Ele se

preocupa mais com o ensino do que com a aprendizagem do formando.

As falas dos formadores mostram claramente essa questão:

“Bom... acho que você tem mais informação. Tem mais velocidade. Usando o recurso de Informática você consegue acelerar o ensino... porque muitas vezes você perde tempo explicando no quadro uma coisa que tem mais animação, sistema gráfico. O aluno vê lá o que está acontecendo. Você não tem que explicar, já está na animação, então você pode aproveitar dessa forma” (Bruno)

“Com os alunos, eu só uso mesmo é o Maple, que são programas pré-programados. São softwares diretos” (Fernando)

Essa visão instrucionista do formador o formando também tem em relação à utilização do computador no ensino, e isso é mostrado em seguida:

“É muito importante se você precisa montar um gráfico, principalmente se trabalhar com gráficos. Vemos muitos gráficos nos livros...” (Breno)

“... ele (formador) estava mostrando como fazia, eu trazia os assuntos para ele, de derivada. Mostrava os sólidos, aí ele foi mostrando como ele tinha feito. Quis levar a gente para o laboratório e mostrar como feito, mas ele só dizia assim mesmo: ‘coloque o comando tal’, aí a gente colocava, depois dizia ‘coloque esse outro comando’... ‘agora aperte o ENTER’...” (Patrícia)

“Nós usamos o GrafiCalc, onde você, por exemplo, faz várias contas com vários gráficos e você olha e “joga” no computador, num programa GrafCalc e ele te dá como é realmente aquele gráfico, aí é legal” (Leno)

Na verdade, o conhecimento não deveria ser passado para o aluno, ele não seria mais instruído, e sim construtor do seu próprio conhecimento. O paradigma instrucionista deverá ser substituído pelo paradigma construcionista, no qual a ênfase maior está na aprendizagem, na construção do próprio conhecimento do aluno, em vez de destacar o ensino, através da instrução.

De Carlo (2001) fala que:

É imprescindível que se definam as metas a serem atingidas com a utilização do computador, baseando-se numa filosofia pedagógica que busque transformar uma educação centrada no ensino na transmissão de informação, para uma educação em que o aluno possa realizar atividades através do computador e, assim, aprender.

O professor precisa ter consciência de que o papel do computador é necessário, sendo sua figura significativa na orientação dos alunos. O computador é considerado um instrumento útil, sem dúvida, na função de prestar apoio ao mestre.

Porém, conforme vimos, ele é visto apenas como ferramenta de ensino, recurso visual, máquina de escrever e utilizado de forma instrucionista. E não deveria ser assim. Sua utilização vai além, mas parece ser um fato desconhecido pelos sujeitos da pesquisa.

Percebemos que o formador e o formando têm uma visão limitada quanto ao emprego do computador no ensino da Matemática, como evidenciado nas falas.

Por isso, é de fundamental importância que os formadores saibam utilizar o computador da melhor forma possível, ou seja, para auxiliar na exploração e descoberta de conceitos, na transição de experiências concretas para as idéias matemáticas abstratas, na prática de rotinas e na resolução de conceitos. Também os alunos podem ser auxiliados no seu aprendizado de Matemática, através do uso de *softwares*, tais como manipuladores simbólicos, planilhas eletrônicas ou ainda pacotes específicos para determinados assuntos. Na WWW (*World Wide Web*) podemos encontrar disponíveis inúmeros programas, inclusive gratuitos.

3.3. TRANSMISSÃO E DIFUSÃO (*INTERNET*)

Desde a invenção do computador e sua entrada no mercado a preços compatíveis — apesar de ainda não ser acessível a todos —, percebe-se que muitos educadores têm desenvolvido atividades e propostas visando a sua incorporação aos processos educacionais. Estão levando seus alunos a conhecerem de perto essa tecnologia. Dentre as novas tecnologias, destaca-se a *Internet*. No decorrer dos anos, ela vem se destacando e se mostrando de grande aplicabilidade em atividades educacionais, vem se constituindo num instrumento utilíssimo de auxílio ao professor

e numa importante fonte de pesquisa e estudo dos alunos. A informática vem adquirindo cada vez mais relevância no âmbito educacional. Sua utilização como instrumento de aprendizagem e sua ação no meio social vem se intensificando de maneira rápida entre as pessoas.

Tal visão é mostrada no comentário do formador, como veremos a seguir:

“Eu acho que a principal razão em usar a Informática na aprendizagem é a velocidade com que você aprende, você procura uma coisa e acha rapidamente. Eu acho que a principal razão é a velocidade...” (Rogério)

O formando também tem o mesmo ponto de vista:

“Eu acho que é importante a Informática no ensino da Matemática, porque muitas situações você pode simular no computador através de vários programas que a gente pode baixar da Internet...” (Jamilly)

E ainda continua sua explicação, dizendo que:

“... é importante provocar essa interação do aluno com a Matemática e o computador que está sendo, vamos dizer, a “moda”. O computador agora é “moda” na educação...” (Jamilly)

A utilização desses recursos representa uma maneira de introduzir novas tecnologias nas tarefas escolares. O manter-se atualizado com os avanços da tecnologia permitirá que os formadores usem as melhores e mais eficientes ferramentas disponíveis.

O livro Verde Portugal (1997, p. 44) salienta:

A educação articula-se com a sociedade da informação, uma vez que se baseia na aquisição de actualização e utilização dos conhecimentos. Nesta sociedade emergente multiplicam-se as possibilidades de acesso a dados e a factos. Assim, a educação deve facultar a todos a possibilidade de terem ao seu dispor, recolherem, selecionarem, ordenarem, gerirem e utilizarem essa mesma informação.

E o mesmo livro (1997, p.44) acrescenta que:

A escola pode contribuir de um modo fundamental para a garantia do princípio de democracia no acesso às novas tecnologias de informação e comunicação e pode tirar partido da revolução profunda no mundo da comunicação operada pela digitalização da informação, pelo aparecimento do multimédia e pela difusão das redes telemáticas.

Em função dessa rapidez quanto ao acesso às informações, e partindo da citação acima, percebemos que o formador compartilha da mesma opinião:

“Eu acho que a principal razão para usar a Informática na aprendizagem é a velocidade com que você aprende, você procura uma coisa e você encontra na hora. Essa seria a principal razão, a velocidade e a quantidade de informação que você consegue achar” (Sílvio)

Este mesmo pensamento o formando também demonstra:

“Porque... como falei... acho importante... toda escola deve ter, no mínimo, um computador que serve para pesquisa. O aluno precisa e até mesmo o próprio professor também precisa para fazer seus trabalhos. Aí vão ter os alunos procurando na Internet, praticamente tem tudo lá, por isso eu acho importante” (Fabrícia)

Logo, a Sociedade de Informação corresponde, dessa forma, a um grande desafio, tanto para a democracia quanto para a educação. Cabe ao sistema de ensino proporcionar, a todos em geral, meios para dominar a reprodução de informações, de seleccioná-las e hierarquizá-las com espírito crítico, preparando as pessoas para lidarem com a quantidade de informações, que poderão ser passageiras e momentâneas.

Sendo assim, o Livro Verde Portugal (1997, p.44) coloca que:

As tecnologias de informação e comunicação oferecem potencialidades imprescindíveis à educação e formação, permitindo um enriquecimento contínuo dos saberes, o que leva a que o sistema educativo e a formação ao longo da vida sejam reequacionados à luz do desenvolvimento destas tecnologias.

As escolas devem se adequar a esta nova sociedade, uma vez que a sociedade da

informação é para todos, para que as pessoas tenham livre acesso às informações.

O Livro Verde Brasil (2000, p.45) corrobora quando cita:

Pensar a educação na Sociedade da Informação exige considerar um leque de aspectos relativos às tecnologias de informação e comunicação, a começar pelo papel que elas desempenham na construção de uma sociedade que tenha a inclusão e a justiça social como uma das prioridades principais.

Sabemos que todos deveriam ter livre acesso a essas informações, a fim de evitar a exclusão social. Em função disso, os formadores, segundo as falas a seguir, já demonstram tal sensibilidade:

“As duas coisas andam juntas... no ensino eu vejo como uma situação simples: como motivar o aluno a estudar Matemática. Isso facilitaria como ele iria entender esses conteúdos todos, então eu acho que aí a Informática vem como uma motivação, então como ensinar a Matemática daquela forma tradicional em que o aluno não tinha motivação nenhuma em aprender Matemática? Hoje, com novas metodologias que foram implantadas com a ajuda da informática, o ensino, o aprendizado do aluno se torna mais empolgante, gera uma motivação muito grande para ele. Volto a dizer, o que ele faz no computador, o que faz na Internet... o foco do aluno, hoje, é o computador. O computador está próximo dele, utilizando modelagem matemática, programas de computadores que vão de alguma forma contribuir significativamente tanto no ensino como na aprendizagem” (Luiz)

“A Informática é de fundamental importância no ensino da Matemática, motivo pelo qual ela facilita o conteúdo programático na construção de aulas, trabalhos e outros. O uso do computador também servirá de base para os alunos da rede pública no campo de pesquisa” (Amanda)

As tecnologias de informação e comunicação devem ser utilizadas para juntar a escola e a comunidade em geral, de tal maneira que a educação motive a sociedade como um todo a conhecer e participar desse mundo tecnológico.

É esclarecer as pessoas para a tomada de decisões e para a escolha informada acerca dos aspectos na vida da sociedade que as atinge.

O Livro Verde Brasil (2000, p.46) vem dar destaque aos computadores na

sociedade da informação, quando fala que:

O primeiro e talvez mais fundamental impacto de tecnologias de informação e comunicação na educação foi ocasionado pelo advento de computadores e sua fenomenal multiplicação nas capacidades de processamento numérico (exemplo: previsão meteorológica) e de processamento simbólico/lógico (exemplos: editoração de texto, sistemas especialistas).

O Livro Verde Brasil (2000, p.46) considera a comunicação como uma terceira capacidade. A comunicação veio intensificar o impacto de computadores em duas vertentes. E demonstra claramente essas duas vertentes.

- A **interação multimídia** e a **instrumentação** de dispositivos físicos, abrindo possibilidades para a interação via imagens, sons, controle e comando de ações concretas no mundo real, etc;
- A interligação de computadores e pessoas em locais distantes, abrindo novas possibilidades de relação espaço-temporal entre educadores e educandos.

É importante dizer que as formas de utilização das tecnologias de informação e comunicação estão, simplesmente, começando.

O Livro Verde Portugal (1997, p.46) corrobora:

Além de propiciar uma rápida difusão de material didático e de informações de interesse para pais, professores e alunos, as novas tecnologias permitem, entre outras possibilidades, a construção interdisciplinar de informações produzidas individualmente ou em grupo por parte dos alunos, o desenvolvimento colaborativo de projetos por parte de alunos geograficamente dispersos, bem como a troca de projetos didáticos entre educadores das mais diferentes regiões do País. Conforme as velocidades de transmissão das redes vão aumentando, novas aplicações para fins educacionais vão se tornando viáveis, tais como laboratórios virtuais.

Como hoje, nunca foi tão evidente a importância do papel do formador enquanto agente de mudança, propiciando a compreensão mútua e a tolerância. Os formadores têm um papel determinante na formação de atitudes positivas e negativas no processo de ensino-aprendizagem. Eles têm uma tarefa onde devem despertar a curiosidade, desenvolver a autonomia, o vigor intelectual, enfim criar as condições necessárias para o sucesso da educação. Precisam refletir sobre a sua prática docente, a fim de haver um melhor entrosamento com seus alunos. Schön (1995) diz que é através da reflexão-na-ação que um professor poderá entender a compreensão figurativa que um aluno traz para a escola, compreensão muitas vezes subjacente às suas confusões e mal-entendidos relativos ao saber escolar.

Diante disso, a mudança ocorre quando o formador percebe que pode fazer mais do que está acostumado, isto é, explorar o computador em suas aulas. É o momento em que ele começa a refletir sobre a sua prática e percebe o potencial da máquina. O formador, junto com o formando, irá para a fase da descoberta.

O Livro Verde Portugal (1997, p. 46) diz:

Com o desenvolvimento de novos meios de difusão, a informação deixou de ser predominantemente veiculada pelo professor na escola. Mas a informação não é conhecimento e o aluno continua a necessitar da orientação de alguém que já trabalhou ou tem condições para trabalhar essa informação.

E o mesmo acrescenta (1997, p. 46):

Nada pode substituir a riqueza do diálogo pedagógico. As tecnologias de informação e comunicação multiplicaram enormemente as possibilidades de informação e os equipamentos interactivos e multimédia colocam à disposição dos alunos um manancial inesgotável de informações.

Percebemos que, com essas informações chegando rapidamente, o formando possui instrumentos necessários para começar a explorar o mundo que o envolve. Os formadores devem incentivar seus formandos a avaliar e administrar na prática toda e qualquer informação que lhes chega. Obviamente que, com o desenvolvimento das novas tecnologias, estas não diminuirão a função dos formadores, pelo contrário, modificará a sua prática. O formador, numa sociedade de informação, não pode limitar-se apenas a ser difusor de saber: deve tornar-se parceiro de um saber coletivo que lhe compete organizar e usufruir.

A introdução de novas tecnologias nos processos de ensino necessita estar apoiada em fundamentos consistentes. Ocorrem muitas discussões sobre os benefícios e problemas decorrentes do uso da *Internet*, assim como quais as novas possibilidades relacionadas à cognição e aprendizagem que ela pode trazer aos alunos, por isso essas discussões importantíssimas devem estar em primeiro plano, e não ser deixadas de lado. Acredita-se que tais discussões são de fundamental importância para aqueles que desejam utilizar não só a *Internet*, como também os outros recursos tecnológicos, com o objetivo de terem sucesso em suas atividades pedagógicas. Destacamos, entre outros, alguns pesquisadores que vêm dedicando arduamente seus estudos a estes problemas, como é o caso de Tikhomirov (1981),

com suas teorias sobre o uso do computador e a cognição, Lévy (1993) com seu hipertexto e espaço cibernético e Borba (2001) com a idéia do ser-humano-mídias...

Em relação aos processos de ensino, estes autores têm fornecido à educação subsídios suficientes para afirmar que a utilização do computador e da *Internet* pode ser de grande utilidade, auxiliando no desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas e de novas abordagens educacionais.

A utilização adequada da *Internet*, proposta pelos formadores nas atividades acadêmicas, necessita que eles indiquem *sites* e *links* aos formandos, procurando organizar, direcionar e qualificar suas pesquisas. É claro que, para realizar estas indicações, é indispensável todo um processo de análise que selecione *sites*, fundamentado em critérios convenientes que atendam às necessidades e especificidades das atividades propostas em sala.

Ressaltando que este tipo de processo de análise e seleção vem se tornando uma constante nas discussões relacionadas ao uso da *Internet*. A verificação da qualidade, confiabilidade e adequabilidade de um *site* educacional são preocupantes. É merecedora de uma atenção especial a definição de quais critérios devem ser considerados e quais aspectos precisam estar presentes num *site*, a fim de que ele seja adequado às atividades de ensino. Daí a necessidade de uma discussão ampla.

Entretanto, sobre esta questão, os formadores não demonstram essa preocupação:

“Eu não! Não costumo indicar sites. Uso muito sites de pesquisa para educação, para pegar artigos voltados para o nosso trabalho, fora isso eu não uso, não”
(Henrique)

“Os sites de que o aluno pode disponibilizar estão disponíveis aí, na Internet. Eu não tenho de cabeça os nomes... mas é só acessar o site de busca do Google onde ele tem uma infinidade de coisas que vão aparecer... Eu só sugiro ao aluno ter paciência, pois você coloca uma palavra-chave e aparece uma infinidade de sites que não tem nada a ver com o que você está querendo” (Kalel)

“Não! Não recomendo! Porque são tantos sites e ele (o formando) tem que saber

utilizar o melhor para ele, na verdade ele vai buscar conhecimento...” (Joaquim)

Essas falas deixam claro que os formadores não estão tendo uma preocupação pedagógica acentuada. Estão deixando os alunos agirem por conta própria quando navegam pela *Internet*, não se importando com o que eles podem encontrar pela frente. Não dão um auxílio aos seus alunos de como podem selecionar os *sites* educativos potencialmente úteis nos seus trabalhos acadêmicos. Mas isto vai de encontro ao que preconiza o construtivismo, em situações de ensino e aprendizagem, em que é de fundamental importância a mediação permanente do professor. Ele é o indivíduo capaz de realizar os ajustes necessários entre o conteúdo a ser aprendido e a atividade cognitiva de quem aprende.

No entanto as ações estão distantes disso, como é identificado no depoimento seguinte do formando:

“É muito importante. Só que a gente não tem aqui professores capacitados para nos ensinar, então passamos ‘batidos’ nesse assunto. Não sabemos utilizar o software e, às vezes, o professor mesmo se amarra para nos ensinar...” (Manuel)

Sendo assim, torna-se necessário adotar certos critérios sobre os quais os profissionais de ensino possam analisar e selecionar *sites* educacionais, com o objetivo de que os alunos possam explorá-los e avançar em suas tarefas com mais rigor e confiabilidade. Salientando que um dos principais problemas encontrados durante o uso da *Internet*, como ferramenta de ensino, acontece na delimitação e escolha destes critérios.

É de fundamental importância que o professor se mostre preocupado com essa questão. Não é só deixar o aluno escolher o *site* que ele quer pesquisar e pronto; ele precisa se inserir neste novo “mundo tecnológico” também e, posteriormente, incluir também seu aluno.

Contudo, não é o que vem acontecendo, segundo a fala do formando abaixo:

“Não! Eu nunca fui motivada (a buscar em sites software livre) nesse sentido, não! Geralmente nos incentivaram a fazer pesquisa, não nessa área, e sim pesquisa com relação à Matemática, pegar artigo e ler essas coisas...” (Cecília)

Em decorrência desses fatos, é preciso citar novamente os sete critérios para análise e seleção de *sites* educacionais de Matemática que KALINKE (2002, p. 71) cita que são: disponibilizar ferramentas que possibilitem a interação; tratar os erros dos alunos como possibilidades para novas abordagens das questões; ser um ambiente dinâmico; disponibilizar ferramentas e tecnologias que possibilitem modelagens, simulações e inovações; apresentar legibilidade; disponibilizar uma documentação e privilegiar a navegabilidade. Enfim, o formador tem de conhecer os critérios para adotar *sites* e passar essa informação aos formandos, afim de que possam escolher qual o mais indicado a auxiliá-los em suas tarefas acadêmicas.

A utilização de recursos tecnológicos deve ser justificada como um diferencial que realmente agregará valores aos fazeres pedagógicos tanto dos formandos quanto dos formadores. Não se justifica, de maneira alguma, utilizar a *Internet* apenas porque ela está à disposição de maneira fácil ou para inovar nas atividades pedagógicas, incentivados por “modismos” passageiros. As pessoas, em geral, não têm uma clareza sobre o assunto, deixam-se levar por tais modismos.

Os *sites* devem disponibilizar ferramentas que possibilitem a realização de experiências, modelagens e simulações. Devem ser ferramentas que permitam explorar, de forma qualitativa, as relações existentes e, principalmente, que tragam algum benefício ao aluno, sempre tomando o cuidado de saber selecionar um bom *site* e direcioná-lo para aquilo que o formando quer ou necessita.

É relevante afirmar que na *Internet* existem *sites* confiáveis e também *sites* não confiáveis, porém formando e formador devem estar aptos a saber diferenciar um do outro.

Sabemos que, numa abordagem construtivista, o aluno busca autonomia para dirigir as suas atividades conforme suas necessidades e estágios individuais de desenvolvimento cognitivo. Esta autonomia pressupõe que ele possa navegar livremente pelo *site*, tecendo suas próprias redes de informações, com possibilidades de erro, caminhando por diferentes trajetórias, construindo seus próprios caminhos. Mas para isso tornar-se possível, exige-se a orientação por parte do seu professor.

3.4. SOBRE O APRENDIZADO DE INFORMÁTICA E UMA LINGUAGEM

Maltempo (2004), quando fala da razão do construtivismo em propor que os aprendizes construam produtos que possam ser mostrados a outras pessoas e sobre os quais se possa conversar (dimensão pragmática), baseia-se na concepção de que, dessa forma, o aprendiz pode explicitar suas idéias e gerar um registro de seus pensamentos, os quais podem ser utilizados para se atingir níveis cognitivos mais elevados.

Segundo a fala a seguir, o formando tem consciência de que há uma necessidade de conhecer alguma linguagem de programação:

“Você tem que estar atualizado, além disso, mesmo que a faculdade não te ofereça você vai ter que correr atrás” (Lúcia)

É pensando nisso que a programação de computadores é um dos aspectos enfatizado pelos construcionistas, uma vez que possibilita manipular e visualizar as estratégias e idéias aplicadas na solução de um problema. Deixa-se claro que o aluno não vai se tornar um exímio programador, mas sim que terá uma idéia geral sobre a programação. A atividade cognitiva de um aprendiz, ao programar o computador, pode ser representada por um ciclo que começa quando o aprendiz deseja implementar um projeto (Valente, 1993). As idéias que vão concretizar o projeto devem ser transpostas para o computador na forma de uma seqüência de comandos da linguagem de programação que representará a descrição da solução do problema. O computador vai realizar a execução dessa seqüência e posteriormente o aprendiz, observando o resultado, fará uma reflexão. E podem ocorrer duas situações: o resultado poderá ser o que ele estava esperando ou não. Caso o resultado seja satisfatório, a atividade estará concluída; do contrário, o aprendiz reverá o processo da solução do problema, ou seja, ele vai depurar o programa. É um ciclo descrição-execução-reflexão-depuração que facilita a construção de conhecimentos do aluno.

Maltempo (2004, p. 281) confirma isso quando diz que “o ciclo descrição-

execução-reflexão-depuração mostra-se um modelo que facilita a construção de ambientes de ensino-aprendizagem construcionistas”.

Fica evidente, nas palavras de Maltempi, o quanto a programação de computadores é relevante no processo ensino-aprendizagem.

O formador já tem alguma noção de que a linguagem de programação é importante, conforme citado a seguir:

“Conheço um pouco de Fortran. Hoje eu só mexo com a linguagem do Matlab. Aprendi na marra, tipo tentativa e erro, e quando tive que fazer um programa na pós-graduação, aprendi na tentativa e erro... na marra.” (Fred)

Porém, de acordo com as próximas falas dos formadores, mesmo não tendo clara a relevância da programação no ensino, procuram tomar conhecimento da mesma:

“Quando fiz graduação não usei, nem na especialização, nem no mestrado, ou seja, foram cursos livres. Todos eles foram” (Ronaldo)

“Conheço. Eu, quando fiz o meu doutorado, tive que aprender linguagem C e usei na minha tese de doutorado para obter os recursos e para agilizar as contas” (Jhon)

Quanto ao formando, ele explica que:

“Conheço. Conheço três... Conheço PASCAL, C e JAVA. Vou te dizer, aqui só deu o PASCAL. Eu conheço as três, eu aprendi mais duas de fora...” (Alessandro)²⁰

Em geral a linguagem de programação não é ministrada nos cursos de licenciatura, mas quando ocorre, ela não é aplicada de forma adequada. Mesmo assim, o aluno procura ir em busca de aprendê-la adequadamente. Podemos constatar essa atitude na fala do formando abaixo:

²⁰ O formando deixou claro que conhece outras linguagens de programação, pois faz um curso em outra instituição federal de ensino.

“... foi assim: o professor de Computação I mostrou assim: deu uma introduçãozinha para a gente, deu algumas apostilas para a gente aprender mais e aí a gente foi se virando...” (Reginaldo)

Verificaremos agora a postura do formador, quando diz que não teve nenhum acesso à linguagem de programação:

“Eu nunca tive chance de estudar... Na minha graduação não teve linguagem de programação” (Elias)

Essa questão estende-se aos formandos que também não tiveram a oportunidade de aprendê-la, conforme comprovaremos:

“Eu conheci Pascal, Delphi e outras... aquelas de mil e novecentos e me esqueci... eu já não lembro mais... nem o nome... mas eu já trabalhei muito com Delphi, Pascal... mas aqui na graduação não” (Armando)

“Não, não. Eu não tive acesso... contato nenhum, mas eu já ouvi falar...” (Marina)

“Não, porque eu nunca estudei e nunca me ensinaram na graduação” (Jade)

“Não, porque os professores nunca falaram e, se falaram, eu não lembro...” (Alexandre)

“... os professores dizem que é muito importante, que a gente tem que saber a programação... mas eles não mostram qual a utilidade que tem no curso, então eu não sei... eles dizem que é importante, a gente tem que aprender, que vão ensinar desde o início. Eles dizem simplesmente: trabalhando isso em tal programa é ótimo, vou levar vocês no laboratório. Mas termina ano, entra ano e nada, estamos terminando o curso e continua uma promessa... todos dizem que irão ensinar, mostrar como é que se aplica, mas eu vou terminar o curso... concluir mestrado e doutorado e... fica só na promessa” (Vivian)

Notamos que, segundo as falas, o formador não tem preocupação em usar a programação nas suas aulas, para ele torna-se dispensável a sua utilização. Eles ainda não têm a mínima noção sobre a importância da programação, ou seja, o quanto ela pode ser significativa no ensino da Matemática. Sendo assim, o formando sai do curso de formação às vezes (ou quase sempre) sem nunca ter experimentado esse processo. E mais, isto caiu no total descrédito por eles. É difícil aceitar esse tipo de atitude. Sabemos que a programação propicia ao aluno pensar de forma inteligível e objetiva, uma vez que acarreta num potencial para exploração cognitiva de conceitos e situação. Por que será que o formador não consegue perceber isso?

A seguir, iremos constatar como a resistência ao uso do computador ou de uma linguagem de programação aparece nítida nas opiniões dos formadores e, conseqüentemente, também nos formandos.

3.5. SOBRE A RESISTÊNCIA AO USO DO COMPUTADOR OU DE UMA LINGUAGEM

Estamos vivendo num mundo tecnológico, onde a cada momento surgem inúmeras informações e o homem muitas vezes não está sabendo lidar com esta situação. O homem precisa compreender o estatuto do saber da atual sociedade globalizada, centrada no uso e aplicação da informação. Percebe-se que, cada vez mais, o acesso à informação se dá através da informática. As novas tecnologias de informação apresentam-se modificando modos de ser e pensar estabelecidos.

Atualmente o uso da informática no ensino, como instrumento de aprendizagem e busca de conhecimento, vem tomando destaque de uma forma significativa entre muitos educadores. A educação vem passando também por mudanças estruturais e funcionais devido a tal tecnologia. Com o advento do computador na educação, esperamos que ocorra uma revolução na concepção de como pensar o ensino e a aprendizagem, e de como introduzir este instrumento na educação. Isto mostra verdadeiras mudanças no aspecto educacional como um todo.

O formador depara-se com um instrumento novo, capaz de oferecer recursos que irão contribuir para a aprendizagem do formando. Recursos estes que poderão

ser utilizados de maneira que estimule o pensar, o repensar e a criatividade tanto do formando quanto do formador.

Percebemos perfeitamente que, quando os sujeitos da pesquisa tomam conhecimento de alguma linguagem de programação, ou foi na “marra” ou por alguma necessidade. Mas será que houve assimilação? Eles são capazes de usar, depois de algum tempo, os recursos da programação? Esse conhecimento de alguma forma modificou sua maneira de pensar sobre a programação? Ou não valeu para absolutamente nada?

Tudo isto faz com que a nova relação com o saber, a construção do conhecimento e as novas tecnologias redimensionem os objetivos da educação. Os educadores têm que perceber essas transformações que estão ocorrendo na nossa sociedade.

Para que o formador possa usufruir dessas novas tecnologias no ensino e aproveitá-las de forma significativa na aprendizagem dos formandos, é imprescindível haver uma reflexão de sua prática pedagógica.

Porém ainda há os que temem que o computador possa desumanizar a educação, ou os que acham que os mesmos conteúdos ensinados antes da inclusão desta nova mídia devam ser realizados da mesma maneira (Borba, 1999). Por isso é de fundamental importância que o formador procure ter uma nova concepção sobre essas mídias e todo esse aparato que se encontram disponíveis e que vêm auxiliar a educação.

Entretanto, o que encontramos é um formador que tem a concepção de que o computador não pode interferir na construção do conhecimento do formando. Isso é demonstrado na fala do formador a seguir quando diz que

“... você vai dar a integral e ele (o computador) faz a integral, mas aquilo ali te ajuda em quê? Em aprender Cálculo Diferencial? Absolutamente em nada! Ele faz a conta para você. Você não está aprendendo quando te pedem para calcular (no computador) uma integral de alguma coisa qualquer... e por exemplo a resposta é... um terço. O que você vai aprender de Matemática? Nada.” (Roberto)

Não podemos deixar de comentar que a atitude desse formador é difícil de aceitar, por tudo que expomos no decorrer dessa dissertação. Vemos que sua

atitude é de total resistência com relação à máquina. Notamos, pela sua fala, que ele não usa o computador, e talvez nunca usará em sua aula e, conseqüentemente, não fará o formando usar. Encontraremos a mesma opinião na fala do formando abaixo:

“Nem sempre. Deve ser usado mais naquelas horas que o professor sente que tem dificuldade de passar (o conteúdo) para os alunos, para melhorar. Porque eu acho que ficar dependendo muito do computador não dá muito certo” (Vanessa)

Durante a análise da pesquisa observamos que as opiniões dos sujeitos convergem. Isso quer dizer que: se o formador não usa e não faz o formando usar o computador, conseqüentemente o formando não usará: afinal, se não recebe nenhum incentivo, usará a máquina para quê? Salvo um ou outro formando que busca por vontade própria, com o intuito de querer conhecer algo além, há uma quantidade expressiva de formandos entrevistados na pesquisa que não possuem esse interesse. É uma questão delicada.

Ao invés de ficarmos lamentando os possíveis efeitos desastrosos que a presença do computador na educação poderia, quem sabe, produzir nos alunos, devemos explorar maneiras diversas de incentivar a influência do mesmo, que, nesse caso, até mesmo o próprio crítico admite que o computador pode ter na aprendizagem e na forma de pensar do aluno, direções positivas e desejáveis. Então de que maneira isso poderia ser feito? Tomemos como exemplo o receio expresso pelo crítico de que o contato constante com o computador pode levar o aluno a pensar de forma mecanizada, ou seja, um pensar automatizado.

Essa forma de pensar automatizada é expressa na opinião deste formando:

“Deve usar... mas eu acho que às vezes. Se usado sempre, você já vai bitolar o teu aluno a só estar no computador... eu acho que também não é por aí... se não daqui a pouco você pergunta uma coisa ‘besta’ qualquer... aí ele diz: deixa eu ir no meu computador, na minha máquina de calcular... Ele não vai te saber responder de imediato... Digamos assim: você dá uma matéria, você trabalha essa matéria sem o computador e depois com o computador, assim eu acho melhor...” (Fabiano)

Entretanto, Papert nota que é possível inverter esse processo — pensamento

mecânico — tirando excelentes vantagens educacionais do computador como um instrumento auxiliar, seguindo, por exemplo, o estereótipo de um programa de computador que prossegue inflexivelmente, de maneira mecânica, formal, literal, passo a passo, de uma instrução para a outra.

Em primeiro lugar, não resta dúvida de que há contextos em que este estilo de pensamento é apropriado e útil. As dificuldades que algumas crianças têm no aprendizado de conteúdos formais, como a Matemática, ou até mesmo a Gramática, são freqüentemente decorrentes de sua incapacidade de ver o sentido dessa forma de pensamento. Mas as vantagens que podem ser extraídas do contato com essa maneira mecânica de pensar não param por aí. Uma segunda vantagem, talvez a mais importante, decorre do fato de que, em contato com o computador, a criança muito cedo aprende a entender e a articular o que é pensamento mecânico e o que não é. Essa habilidade poderá permitir, quando confrontado com algum problema, escolher a forma de pensamento mais adequada para resolvê-lo.

A análise do pensamento mecânico, a percepção de como ele difere de outras formas de pensamento e a prática obtida na análise e solução de problemas, podem, portanto, levar a criança a um nível de sofisticação intelectual elevado. Ao fornecer à criança um modelo concreto e acessível de uma forma particular de pensamento, o computador torna perceptível a ela o fato de que existem diferentes formas de pensamento. E, ao dar ao aluno a possibilidade de optar, em um dado contexto, por uma ou outra forma, o computador cria condições para que o aluno desenvolva a habilidade de discernir as situações e de qual é a forma mais apropriada. Desse modo, o computador, desde que orientado de maneira adequada, ao invés de induzir a uma forma de pensar mecânica, pode se tornar um forte aliado na construção do conhecimento.

A linguagem de programação proporciona ao aluno aprender a pensar melhor, de maneira clara e objetiva.

Aprender a programar um computador pode intensificar o funcionamento intelectual do aluno. Para os educadores que apóiam este ponto de vista, aprender a programar auxilia a aprender a pensar melhor, de forma intensa, profunda e objetivamente.

Prado (1996) resume a atividade de programação como exercício que permite ao sujeito, que interage com o computador, “fazer e compreender”. O sujeito coloca

em ação seus conhecimentos, descobrindo novas estratégias e/ou novos conhecimentos para resolver certo tipo de problema, analisando os conceitos e estratégias utilizadas que lhe permitiram alcançar uma solução satisfatória.

A programação possui um potencial enorme para a exploração cognitiva de conceitos e situações. O ensino através da programação traz benefícios cognitivos e afetivos para muitos estudantes. Além de prepará-los para a cidadania em uma sociedade informatizada, irá também aperfeiçoar suas habilidades intelectuais.

Programar o computador pode ser percebido claramente como uma maneira de representar o raciocínio, de como se resolve um determinado problema por meio de uma linguagem precisa.

Considerando isto, a atuação do professor torna-se única, e imprescindível nesse processo.

O seu desempenho perante seus alunos, enquanto mediador da construção do conhecimento, vai além do conhecimento técnico da linguagem de programação. É necessário que o professor integre estes conhecimentos na sua prática educativa, que é o aprender a fazer e o compreender uma linguagem.

Isso só será possível se o professor estiver realmente disposto a mudar sua postura relativa à sua prática pedagógica frente às novas tecnologias. Por isso é fundamental que o professor reflita sobre sua prática, e que a conduza a um aprofundamento das questões pedagógicas que norteiam o uso da programação em suas atividades de sala de aula, o que poderá causar uma ruptura com as práticas pedagógicas tradicionais, avançando em direção a uma ação pedagógica voltada para aprendizagem do aluno.

Porém o que se nota é uma resistência por parte do formador quanto ao uso da programação no ensino, e isso é demonstrado nas falas seguintes:

“Francamente acho que não, porque hoje em dia você pode se passar muito bem sem ela, mesmo para o ‘cara’ que faz Matemática. Por exemplo, eu fiz Bacharelado em Matemática, fiz Mestrado em Matemática Pura, fiz Doutorado em Matemática... para que eu preciso de uma linguagem de programação? E eu aprendi direitinho, e quantas vezes eu precisei? Zero!” (Lúcio)

“A gente não utiliza a linguagem de programação para formação dos nossos

professores. A gente tem uma disciplina que está pensando ainda em introduzir a lógica matemática, utilizando essas linguagens para construção de algum aplicativo caso seja necessário ou (caso) aquele aluno tenha uma afinidade com essa disciplina” (Miguel)

“Fortran, trabalho um pouco com Fortran por causa do doutorado, onde a gente precisa. Não por causa da Matemática em si, mas da licenciatura, vamos dizer assim. Não utilizo para dar aula, porque na verdade não se ensina. Eu nunca ensinei aluno nenhum a programar nada” (Otávio)

“Bom, primeiro que aqui não ensinamos nenhuma linguagem de programação. Não nos preocupamos com isso porque o foco do curso não é para ensinar linguagem de programação. O perfil do profissional é o perfil voltado para a licenciatura, o ensino de Matemática” (Walter)

E o mesmo formador finaliza dizendo:

“Na minha visão, se o meu curso precisa formar profissionais para atuar no nível médio e fundamental, que é a grande carência do Estado, não vejo porque perder tempo em linguagem de programação. A linguagem de programação é muito mais voltada para estudos técnicos científicos, mais profundos, enquanto que no nível médio você não necessita disso, você tem as ferramentas apropriadas, softwares que funcionam muito bem, então não tem porque querer efetuar programas para resolver algo que está resolvido. É muito mais rápido e prático aprender a trabalhar o software existente do que aprender uma linguagem de programação para construir um objeto que talvez você já conheça uma qualidade desse software que no o mercado já existe há anos” (Walter)

Podemos dizer que estas falas mostram uma visão completamente deturpada sobre a linguagem de programação, pois, segundo as falas anteriores, ela não ajuda em nada na aprendizagem do formando e, conseqüentemente, no seu curso não terá finalidade alguma.

De acordo com as falas abaixo, os formandos apresentam uma opinião

equivocada quanto ao uso do computador no ensino, pois consideram que a máquina deve ser utilizada apenas em alguns momentos para que não ocorra a dependência da mesma.

“Às vezes, porque tem certos momentos em que você quer deixar o computador de lado e partir para o método tradicional, para depois o aluno pegar um pouco de prática daquele mesmo assunto. Acho que depois que ele tem uma noção (do conteúdo ensinado), aí sim você pode introduzir o computador” (Marcela)

Podemos constatar que o sentimento do formando em relação ao uso do computador em suas aulas é mínimo, isto é, não sente a necessidade do mesmo, e que sua aula pode ser ministrada — quase (ou tudo) — com lápis e papel.

Constatamos que, de acordo com as falas anteriores, tanto formandos quanto formadores ainda não perceberam que as novas tecnologias chegaram para modificar o processo ensino-aprendizagem.

O NCTM — National Council of Teachers of Mathematics (2005), vem confirmar isso quando cita que:

A tecnologia computacional está a modificar os modos de usar a Matemática; conseqüentemente, o conteúdo dos programas de Matemática e os métodos pelos quais a Matemática é ensinada estão a mudar. Os estudantes devem continuar a estudar conteúdos matemáticos apropriados, e também devem ser capazes de reconhecer quando e como usar efetivamente computadores quando trabalharem com a Matemática. Os professores devem saber como e quando devem usar as ferramentas da tecnologia computacional para desenvolver e aumentar a compreensão matemática dos seus alunos.

De acordo com a citação acima, essa tecnologia computacional vem dar suporte ao ensino e, para isso, os formadores devem saber usá-la de maneira conveniente e eficiente em suas aulas.

E o NCTM continua (2005):

A todos os professores de Matemática em formação inicial ou contínua deve ser ensinado o uso de computadores no ensino da matemática e na análise dos currículos para modificações relacionadas com o uso da tecnologia.

O formador deve ser preparado para elaborar suas aulas as quais devem integrar o uso do computador, de modo que sejam promovidas interações entre o

computador, formando e formador.

Em relação à questão acima, o NCTM (2005) corrobora da seguinte forma:

Os professores de Matemática devem ser capazes de selecionar e usar programas computacionais para uma variedade de atividades tais como simulação, geração e análise de dados, resolução de problemas, análise de gráficos e prática.

É preciso que o formador, nesse momento, seja receptivo em querer conhecer e desenvolver novas estratégias que possibilitem condições favoráveis ao processo ensino-aprendizagem da Matemática.

E o NCTM (2005) continua argumentando que:

Mudanças nos currículos e na disponibilidade de computadores e programas de computador não são suficientes para garantir que os professores usarão os computadores de modo apropriado. Programas de formação contínua devem ser imediatamente implementados para ajudar os professores a tirar partido do poder único do computador como ferramenta para o ensino e aprendizagem da Matemática.

O formador precisa ter consciência de que o papel do computador é necessário, sendo sua figura significativa na orientação dos alunos. Obviamente que o computador não veio como a solução para um ensino perfeito. Ele é somente considerado um instrumento útil, sem dúvida, na função de prestar apoio ao processo ensino-aprendizagem.

Por isso é fundamental que os formadores saibam utilizar o computador com o objetivo de auxiliar na exploração e descoberta de conceitos, na transição de experiências concretas para as idéias matemáticas abstratas, na programação, na prática de rotinas e na resolução de conceitos. Assim como também os formandos podem ser auxiliados no seu aprendizado de Matemática, através do uso de *softwares* como manipuladores simbólicos e planilhas eletrônicas, ou ainda pacotes específicos para determinados tipos de assuntos. Isso possibilita uma reorganização no pensamento humano, e veremos a seguir como acontece.

3.6. SIMBIOSE HOMEM-COMPUTADOR-HOMEM

Segundo Tikhomirov (1981), o computador provoca uma reorganização da

atividade humana. Desse modo, o autor propõe três teorias para discutir se o computador afeta, realmente, a atividade intelectual humana e, em função disto, como este pode afetar a educação. As teorias são as seguintes: Teoria da Substituição; Teoria da Suplementação e a Teoria da Reorganização. Essas teorias foram amplamente explicitadas no Capítulo 3.

Para Tikhomirov, o computador regula a atividade humana, e este tem diferenças fundamentais com a linguagem. Assim, é factível argumentar que o computador desafia uma reorganização da atividade humana, determinada por Borba (1999) como moldagem recíproca entre computadores e seres humanos. Logo, para Tikhomirov (1981), o pensamento é reorganizado e pode ser aceito como um produto ser-humano-computador. Borba e Penteado (2001) afirmam que, como o computador não exclui outras mídias, então tal organização deve ser vista como um produto seres-humanos-com-mídias.

Quando expressa desta maneira, coloca-se em evidência que uma tecnologia não somente se justapõe aos seres humanos, como também interagem com eles. O pensamento é exercido pelo sistema seres-humanos-com-mídias. Esse sistema torna-se uma extensão do sistema ser-humano-computador, proposto inicialmente por Tikhomirov, considerando o pensamento como algo coletivo de que fazem parte as tecnologias da inteligência disponíveis ao longo do tempo.

No entanto, o que observamos nas falas apresentadas e analisadas é que elas parecem identificar-se com a segunda teoria, a Teoria da Suplementação. Isto se justifica em cinco momentos:

1º - Tanto os formadores quanto os formandos sentem a necessidade da influência da sociedade informatizada em si, pois, atualmente, com a tecnologia fazendo parte do dia-a-dia das pessoas, há cobrança do emprego da máquina e isto fica patente, como podemos perceber, por exemplo, na fala de João (p. 80).

2º - Formandos e formadores acham que o computador tem importância, de fato, como ferramenta de ensino, o que está claro nas falas analisadas, e citamos como exemplo a fala de Anete (p. 87). Indica também que os investigados consideram o computador como um instrumento pessoal, entretanto não lhe associam o caráter educacional, proporcionando o enriquecimento profissional, uma vez que é capaz de construir conhecimentos pelo ensejo de compartilhar saberes e dúvidas; isso é caracterizado na fala de Helena (p. 89), além de outras.

3º - Tanto formandos quanto formadores consideram também que podem utilizar o computador para fazer pesquisas na *Internet*, porém, do ponto de vista deles, não é voltado para o ensino. Não há uma preocupação pedagógica nesse sentido. Isto fica claro na fala de Joaquim (p. 98).

4º - Quanto à questão da programação, formandos e formadores apresentam opinião formada sobre a sua não necessidade no ensino da Matemática. No entanto a programação constitui-se, sem dúvida, em importante passo para atingir as condições da Teoria da Reorganização de Tikhomirov, referente ao ser-humano-computador. Por este caminho, a programação é vista como algo importante no ensino, pois auxilia o aluno a desenvolver as suas potencialidades, possibilitando criar e recriar, refletir, depurar, se necessário for, e assim por diante. Enfim, ela vai proporcionar o desenvolvimento do raciocínio lógico e a capacidade de “pensar sobre” do educando. O aluno, ao programar o computador, começa uma viagem num mundo virtual, onde é o personagem principal dessa “aventura”. Ele começa a explorar e perceber sobre como ele próprio pensa. Isso dá início ao processo da construção do seu próprio conhecimento. Papert (1985) relata que tal tipo de experiência pode ser extremamente significativo, uma vez que pensar sobre o pensar faz do aluno um epistemólogo.

5º - Outra questão é a da resistência ao uso, em que formandos e formadores não vêem o computador como um aliado no processo de aprendizagem. A máquina, de acordo com as falas de Roberto e de Vanessa (p. 105), dá uma visão estreita ao formando, fazendo com que ele não consiga construir seu próprio conhecimento. E continuam a ministrar suas aulas de maneira tradicional.

Sobre a questão de se adquirir uma prática educativa de forma repetida, Aragão e Gonçalves (2004, p. 8) explicam que:

Apesar dos discursos progressistas defenderem, há décadas, uma postura educacional tendo em vista a emancipação do sujeito, é notório o fortalecimento de um corpo teórico que mantém a prática educativa numa perspectiva simplesmente reproducionista e obsoleta.

(...) Sair desse lugar de passividade e aceitação é nosso desafio, para construir um outro olhar, uma outra imagem, de um profissional que tem que lidar com questões epistemológicas e metodológicas do ensino de Matemática, com as teorias e obras pedagógicas não como um fim em si mesmas, mas, sobretudo como mediação da relação triádica que se estabelece dos professores com a Matemática e com os alunos.

Não é fácil ir em busca de novos desafios para construir um olhar diferente — com relação ao ensino da Matemática — a que estamos acostumados a ter. É estar preparado às novas condições que a prática educativa, juntamente com a sociedade informatizada, pode propor. Sendo assim, o formador deveria ir em busca de novos conhecimentos e, em função disso, socializar com os seus pares. É uma busca incessante.

Considerando a questão histórica, nenhum dos sujeitos da pesquisa citou a estreita relação que existe entre o computador e a Matemática. É como se o computador não tivesse nenhum vínculo histórico e epistemológico com a Matemática.

Parece um paradoxo que o formando, e em particular o formador (em especial o formador com mestrado e doutorado), que tenha se dedicado ao estudo da Matemática, não consiga fazer esse tipo de relação, ou seja, a relação existente entre o computador e a Matemática. Então, essa preocupação nos remete ao seguinte questionamento: Por que será que isso acontece?

Essa pergunta, portanto, será o objeto de reflexão visto no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

ENSINO TRADICIONAL E O COMPUTADOR

Em busca de responder à questão norteadora de nossa pesquisa, levantamos a hipótese de que tal comportamento de formadores e formandos possa decorrer de saberes não vivenciados pelos mesmos, visto que a maioria expressiva considera a programação de computadores um saber não necessário ao ensino de Matemática ou, até mesmo, que defendem a não utilização do computador em sala de aula. Outro fator a ser levado em consideração é a falta de estrutura informatizada nas escolas e universidades, além, naturalmente, da falta de políticas públicas educativas que afirmem a Informática não apenas como novo recurso sócio-didático-pedagógico, mas como parte efetiva e essencial do processo ensino-aprendizagem.

Acreditamos também que teorias como o Construcionismo, por exemplo, abordado no Capítulo 3, que trata do uso e da programação de computadores, não garante, necessariamente, o uso do mesmo como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. Isto é reforçado quando notamos que a atitude é comum entre formandos e formadores e, além disso, que alguns formadores — mesmo com domínio em Informática — não apresentam atitudes favoráveis à aplicação do computador no referido processo, o que nos leva a uma nova pergunta: será o processo ensino-aprendizagem genético, no sentido de que “ensinamos como nos ensinaram?” Isto, em parte, é confirmado pela característica formalista e ritualista do processo ensino-aprendizagem tradicional da Matemática, que atravessa os séculos e se mantém até os dias atuais, como foi constatado por Davis e Hersh (1998, p. 300):

Durante eras, os matemáticos têm lutado para restaurar o pensamento e o sentido no ensino da matemática, tentando criar alternativas para o modo de aprendizagem formal e ritualista praticado na maioria das salas de aula de matemática.

Assumindo como verdadeira a hipótese de que o processo ensino-aprendizagem é genético, procuramos refletir sobre esse ensino tradicional, e se o mesmo justifica o não uso de computadores. Assim, procuramos caracterizar o termo “ensino tradicional de Matemática” por meio do formalismo matemático para, em seguida, mostrarmos que o formalismo matemático não constitui justificativa para a não utilização do computador em sala de aula.

4.1. SIGNIFICANDO O ENSINO TRADICIONAL DA MATEMÁTICA

A Matemática é uma atividade humana existente há milhares de anos. De certa forma, todos nós somos matemáticos e fazemos uso da Matemática de maneira consciente. Afinal, tomar uma decisão de compra e venda, pagar impostos, fazer compras num supermercado, calcular pesos e medidas, enfim tudo isto é fazer Matemática. Por essas e outras razões, é notório afirmar que ela é indispensável na vida das pessoas. Ela está presente no dia-a-dia e, em qualquer lugar, independente de sistema de governo, de religião ou raça, a Matemática se faz presente nos currículos escolares como disciplina indispensável no processo de alfabetização. Isto vai ao encontro do que afirma Machado (1994, p.8):

Em todos os lugares do mundo, independente de raças, credos ou sistemas políticos, desde os primeiros anos de escolaridade, a Matemática faz parte dos currículos escolares, ao lado da Linguagem Natural, como uma disciplina básica. Parece haver um consenso com relação ao fato de que seu ensino é indispensável e sem ele é como se a alfabetização não se tivesse completado.

Entretanto, pode parecer impróprio que a aprendizagem dessa ciência esteja cercada de dificuldades e a falta de clareza do papel da Matemática, no âmbito de conhecimentos sistematizados, possa ser um dos aspectos responsáveis por essa

visão.

A Matemática geralmente é considerada como uma ciência à parte, desligada da realidade, e não raro encontramos esse tipo de concepção na escola, aqui entendida como os sujeitos, professores e gestores. Isto pode causar nos alunos a sensação de que é uma atividade inútil e que não tem relação com nada e que, posteriormente, pode acabar por não ter finalidade alguma. Em virtude disso torna-se uma atividade desinteressante. Na escola o ensino de Matemática é direcionado para ela mesma, ou seja, para a própria Matemática da escola. Resta ao aluno aprender por aprender.

Acreditar que a Matemática é um mundo em si é justificar um “estilo de prática educativa” que extermina, consciente ou inconscientemente, os vínculos do conhecimento matemático com a realidade (Fiorentini, 1995). Separar esses vínculos é uma forma de excluir o sentido e o significado do conhecimento matemático, pois cortando os elos com a realidade, estamos ignorando a existência de relações de interação do indivíduo com seu contexto social, além, é claro, de marginalizarmos o papel do processo histórico-social na construção do conhecimento matemático.

Aprender Matemática vai além de saber aplicar corretamente sua linguagem, é construir relações matemáticas, negociar os significados matemáticos com os outros e refletir sobre sua própria atividade.

Construir relações com a Matemática é atribuir sentido e construir significados com ela e para ela, ou seja, é (re) significar a Matemática. Neste sentido, Davis e Hersh (1998, p. 293) afirmam: “A Matemática provém da conexão da mente com o mundo externo, e tal conexão simultaneamente cria a Matemática e transforma nossas concepções do mundo externo, e estas então criam novas conexões”.

Acreditamos que o aluno que aprende significativamente Matemática consegue atribuir sentido e significado às idéias matemáticas, é capaz de pensar, refletir, estabelecer relações, justificar, discutir, analisar, manipular, criar e experimentar.

Na verdade, há muito tempo tem-se procurado desenvolver estratégias que possibilitem condições favoráveis ao processo ensino-aprendizagem da Matemática. Estratégias de ensino com suporte no Construtivismo, no Construcionismo, na Aprendizagem Significativa entre outras, são apenas algumas que visam acabar

com os desencontros entre ensino e aprendizagem. Porém o ensino destituído de qualquer tipo de relações com a realidade tem sido preferido.

Em geral o professor enfatiza o modelo algoritmos-fórmulas, privilegiando o pensamento mecânico, ou seja, salienta a automatização do raciocínio, pois incorporar as noções de sentido e significado às situações de aprendizagem parece não ser tarefa fácil, como afirma Davis e Hersh (1998, p. 300): “Apesar das novas teorias, novas aplicações, novos cursos, novos instrumentos, a batalha nunca foi vencida. A luta contra a ação formalizada e destituída de pensamento tem sido perpétua”.

Tal espécie de ação formalizada, caracterizada pelos símbolos e regras, e a destituição do pensamento identificado pela automatização de raciocínio são os traços marcantes do ensino atual da Matemática. Este é o significado do termo “ensino tradicional de Matemática” que nos referimos a seguir, um ensino de Matemática formalista, no sentido do uso de fórmulas e algoritmos sem significados.

4.2. ALGORITMOS, FÓRMULAS E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Quando o desenvolvimento científico é analisado historicamente, percebe-se que, no constante processo de intervenção intencional na realidade por parte do homem, com a finalidade de assegurar sua existência, encontra-se uma relação clara entre os variados modos de produção da sociedade e a ciência produzida a partir destes modos. Logo, a ciência constitui-se numa das principais atividades de intervenção na realidade. Essa ação intencional do homem sobre a realidade — que tem base na atividade prática — propicia a elaboração de construções mentais numa relação entre o concreto e o abstrato.

No entanto o ensino da Matemática, em geral, está marcado por um ensino com ênfase excessiva no uso de fórmulas e algoritmos. Expressões sem significados são trabalhadas sem nenhuma ligação com a realidade, o que pode levar à interpretação da Matemática como um simples manipular de fórmulas, conforme a constatação de Baraldi (1999, p. 88), que afirma: “[...] para os alunos, a Matemática consiste num manipular de fórmulas que, após certo ‘treino’, torna-se fácil em situações próprias da Matemática”. Entretanto, por outro lado, esse manipular de

fórmulas e algoritmos prontos e acabados, sem (re) elaboração dos mesmos, na forma de um raciocínio automatizado, como procedimentos mecânicos, pode contribuir para o fracasso do ensino da Matemática, como afirma Chagas (2005):

Um dos motivos do fracasso do ensino da Matemática está tradicionalmente pautado em manipulações mecânicas de técnicas operatórias, resolução de exercícios, que são rapidamente esquecidos, assim como a memorização de fórmulas, tabuadas, regras e propriedades.

A prática do ensino de Matemática está impregnada da preocupação em desenvolver precocemente uma linguagem simbólica, destituída de significados, desvinculando as idéias que os símbolos matemáticos trazem dos fatos em que se baseiam as mesmas idéias. Neste sentido, Medeiros (1999, p. 19) afirma que essa “imposição precoce e a apresentação exclusiva do formalismo queimam etapas necessárias na estruturação do pensamento do aluno e tentam veicular uma Matemática destituída de sua história”.

Essa atitude de certo modo permeia os diferentes ambientes de ensino-aprendizagem de Matemática, e isso pode decorrer do fato de que grande parte da comunidade matemática acredita que não se está fazendo Matemática quando se encontra um resultado a partir de hipóteses particulares, como ocorre geralmente nas situações reais. Isso é o que depreendemos da afirmação de Russel (1965, p. 50) a seguir:

A matemática pura consiste inteiramente de asserções resultantes do fato de que, se tal proposição é verdade de qualquer coisa, então tal outra proposição é verdade daquela coisa. É essencial não discutir se a primeira proposição é realmente verdadeira e também não mencionar o que é essa qualquer coisa, da qual supomos que seja verdade. Ambos esses pontos pertenceriam à matemática aplicada. Nós partimos, em matemática pura, de certas regras de inferência pelas quais nós podemos inferir que se uma proposição é verdadeira, então é também verdadeira uma outra proposição. Essas regras de inferência constituem a maior parte dos princípios da lógica formal. Nós então tomamos qualquer hipótese que nos pareça razoável e deduzimos as suas conseqüências. Se a nossa hipótese é sobre qualquer coisa, e não sobre alguma dada coisa ou ainda uma coisa ainda mais particular, então nossa dedução constitui o que seja matemática. Assim, a matemática pode ser definida como o assunto em que nós nunca sabemos sobre o que nós estamos falando, nem se o que estamos dizendo é verdade.

Notamos também que Russel (1965) afirma que a questão da verificação “verdadeiro ou falso” de premissas e seus conseqüentes resultados é competência da Matemática Aplicada — e por que não dizer das Ciências Aplicadas? — e,

portanto, a resolução de problemas reais seria então objeto da Matemática Aplicada. A Matemática se ocuparia do “assunto que não sabemos do que estamos falando, e nem se o que estamos falando é verdadeiro”. Neste sentido, o que se quer é afirmar o carácter abstrato da Matemática e sua autonomia em relação à realidade ontológica. O vínculo com a realidade é essencialmente eliminado e, portanto, a Matemática é então destituída de qualquer significado.

Tal pensamento não está restrito a Russel, mas à escola de pensamento matemático denominada logicista, cuja concepção é a redução da Matemática à Lógica, da qual encontramos em Leibniz, no século XVII, o seu principal precursor (Meneghetti, 2005).

Leibniz possuía um programa para a Lógica, cujo objetivo era criar uma linguagem universal fundamentada em um alfabeto do pensamento, uma espécie de cálculo universal para o raciocínio. De acordo com seu ponto de vista, a linguagem universal teria que ser como a Álgebra ou como uma versão dos ideogramas chineses, ou seja, uma coleção de sinais básicos que padronizassem noções simples não analíticas (Filho, 1999).

As noções mais complicadas teriam seu significado através de construções apropriadas envolvendo sinais básicos que iriam, desse modo, refletir a estrutura das noções complexas e, posteriormente, na análise final, a realidade. A aplicação de numerais para representar noções não analíticas poderia tornar factível que as verdades de qualquer ciência pudessem ser "calculadas" por operações aritméticas, desde que articuladas na referida linguagem universal.

Esse pensamento que Leibniz trazia consigo sustentava-se em dois conceitos: o de um simbolismo universal e o de um cálculo de raciocínio, ou seja, um método mecânico de raciocínio, pois isso, para a História da Computação, ganha uma particularidade relevante, uma vez que esse cálculo de Leibniz contém o princípio da máquina de raciocinar procurada por Turing e, posteriormente, pelos pesquisadores dentro da Inteligência Artificial (Filho, 1999).

Leibniz atentou para a possibilidade da mecanização do cálculo aritmético e, como citamos no Capítulo 3, ele e Pascal, um pouco antes, buscaram edificar uma máquina de calcular com a finalidade de resolver cálculos complexos de maneira rápida e precisa. O mesmo ímpeto intelectual que o levou ao desenvolvimento da Lógica Matemática conduziu-o à procura da mecanização dos processos de

raciocínio. Aqui a mecanização do raciocínio já se põe como um fator marcante.

Outra escola de pensamento matemático que concorda com o pensamento formal e algoritmizado é a Escola Formalista que, por meio de seu principal precursor, Hilbert (um dos matemáticos cuja carreira abarcou os séculos XIX e XX), exerceu forte influência na formação dos matemáticos do século XX até a atualidade.

Uma das propostas do formalismo de Hilbert era saber se era possível provar toda assertiva verdadeira a partir de um dado conjunto finito de premissas, símbolos e regras, com um número finito de passos, ou seja, com um algoritmo finito. Por este caminho, a Matemática parece mais um jogo formal, de manipulação algorítmica de símbolos e regras, sem significado, como descreve Boyer (1974, p. 448): “(...) segundo os sucessores de Hilbert, a matemática é apenas um jogo sem sentido jogado com fichas sem sentido, de acordo com certas regras formais aceitas previamente”.

Mais precisamente, o que Hilbert desejava saber era se a prova de toda assertiva poderia ser realizada por um procedimento mecânico e, para descrever isso, do modo que desejamos, recorremos a Berlinski (2002, p.152):

(...) Hilbert estava pedindo nada menos do que a subordinação de toda a matemática, com seus conceitos abstratos e sutis, a uma rotina mecânica – mecânica em suas regras de formação e regras de inferência, mecânica na verificação de suas provas, mecânica em sua capacidade de decidir questões matemáticas sem pensamento, intuição, significado, ou deliberação. Mecânica como em uma máquina. E mecânica, deixe-me acrescentar imediatamente, de um modo que parece quase inumano.

Não dar significados à Matemática é uma das características principais do formalismo, e isso tem sido “marca registrada” do ensino da Matemática. Tal relação do ensino tradicional da Matemática com o formalismo parece evidente, quando associamos as referências amiúde dos estudantes à Matemática com a afirmação de Davis e Hersh (1995, p. 300):

De acordo com o formalismo, não há nenhum objeto matemático. A matemática consiste apenas em axiomas, definições e teoremas — por outras palavras, em fórmulas. Numa visão extrema: existem regras através das quais se obtém fórmulas a partir de outras, mas as fórmulas não são acerca de nada, são apenas cadeias de símbolos.

Na visão formalista não há a necessidade de preocupar-se com seus significados. O matemático deve apenas investigar as propriedades estruturais dos símbolos e, portanto, dos objetos, independentemente de seus significados. Uma axiomatização formalizada converte-se em uma espécie de jogo grafo-mecânico, executado com símbolos destituídos de significado e regulado por meio de regras determinadas. Na Computação, ciência que tem sua origem no logicismo, isso se mostra como uma finalidade valiosa, pois revela com clareza a estrutura e a função similarmente ao manual esquemático e de funcionamento da máquina. O formalismo de Hilbert lançou as sementes do que mais tarde chamar-se-ia Teoria da Computação.

Como podemos notar, o uso de algoritmos e fórmulas não é decorrente de qualquer estratégia ou método de ensino, mas de um pensar para “fazer Matemática”. *Grosso modo*, fórmulas e algoritmos são sínteses de elaborações de pensamentos matemáticos que, quando evocados, para resolução de problemas reais ou abstratos, não necessitam mais ser (re) elaborados. Há um ganho simultâneo de tempo e esforço intelectual, permitindo um fazer matemático menos árduo nas construções de outros algoritmos ou fórmulas, ou ainda na resolução de problemas numéricos, por exemplo, em que podem ser também empregados por qualquer sujeito, inclusive máquinas, como depreendemos da citação de Leibniz (apud Sant’ Ana, 2005), que diz: “Pois é indigno destes doutos homens perder horas como escravos, em trabalhos de cálculos que poderiam, com segurança, ficar a encargo de qualquer pessoa, caso se utilizassem máquinas”.

É relevante perceber na citação acima o termo “máquina”. Neste caso, em termos atuais, Leibniz estaria referindo-se ao computador. Para ele, o seu uso como máquina de fazer cálculos seria uma tarefa nada nobre. Acreditamos que tal pensamento pode contribuir para atitudes de um número significativo de professores de Matemática em estimular um ensino repleto de fórmulas, algoritmos sem significados, de manipulações mecânicas, e ainda um fazer matemático apenas com lápis e papel, sem usar outros recursos como, por exemplo, o computador.

No entanto, consideramos que essa atitude é um equívoco, pois as fórmulas e algoritmos constituem parte importante do pensamento matemático e, como veremos a seguir, o uso do computador pode mostrar isso.

4.3. ALGORITMOS, FÓRMULAS E COMPUTADOR

A Computação é a ciência do formal, onde os computadores seguem rigorosamente regras e não admitem exceções. O programa não funciona quando se troca números por letras, como exemplo, o zero (0) pela letra o (o). O computador pode ser caracterizado como uma máquina matemática, lógico-simbólica e algorítmica. Isto quer dizer que o processamento e o efeito de qualquer instrução interpretada em linguagem de máquina podem ser matematicamente descrito; em outras palavras, denota uma função matemática.

O usuário é levado a dar à máquina comandos para que efetue as ações que deseja. A execução é determinista, sempre a mesma para aquele comando. Esses comandos compõem uma linguagem formal, definida como sendo um conjunto de símbolos e um conjunto de regras que, combinados, possam ser usados e entendidos pela máquina. Assim sendo, pode-se dizer que o computador faz uso de uma linguagem matemática.

Para usar um computador é indispensável dar-lhe comandos que ativem funções matemáticas no interior da máquina. Ao dar comandos à máquina, mesmo acionando ícones, o usuário deve estar consciente daquilo que pretende obter.

A máquina faz o usuário articular pensamentos formais análogos ao pensamento matemático, que podem ser introduzidos no seu interior e por ela serem interpretados, ou seja, o computador é uma máquina de simular pensamentos restritos, e o programa que ele executa constitui pensamentos que são as instruções ou comandos. A execução do programa simula os pensamentos que o usuário organizou: o programa é um algoritmo.

Segundo Joseph Weizenbaum (1981), existe uma crença de que só se pode programar o que se compreende perfeitamente. Essa crença ignora a evidência de que a programação, como qualquer outra forma escrita, é um processo experimental. Programamos como redigimos não porque compreendemos, mas para chegar a compreender. Quando se programa um computador, o usuário reflete sobre o modo como ele deve elaborar procedimentos a fim de realizar uma tarefa específica.

Programar, em termos simples e transparentes, não significa apenas resolver

problemas; significa, sobretudo, aprender a expressar problemas e soluções como um todo. Isto gera reflexões a cada tarefa ocorrida no desenvolver da atividade, tudo se desenvolvendo como um pensamento da mesma natureza de uma demonstração de um teorema.

Por isso, acreditamos que o computador pode promover a aprendizagem do formalismo matemático, com significados, a partir de problemas particulares oriundos de situações reais, ou mesmo da própria Matemática. A resolução de um problema, mesmo que tenha solução por aplicação direta de fórmulas, exige reflexões sobre como estabelecer um procedimento ou algoritmo que leve à solução do problema, e não só dele, mas de problemas semelhantes, decorrentes, em geral, da alteração de dados ou condições. Isso exige a (re) construção de fórmulas ou algoritmos, ou seja, a (re) elaborações de pensamentos matemáticos que, sem dúvida, podem promover a abstração dos conceitos envolvidos. Tal abstração pode ser detectada na manifestação do sujeito por meio de novas construções de fórmulas ou algoritmos para “velhos” pensamentos aplicados no problema.

Idéias nesse sentido podem ser trabalhadas com a ajuda do Construcionismo de Papert, abordado no Capítulo 2, com o intuito de promover o aprendizado do formalismo matemático e o vínculo com a realidade ou outros saberes matemáticos, aqui tem o propósito de significar e problematizar os conceitos de forma mais natural.

Portanto, consideramos que o uso do computador no ensino da Matemática, além de favorecer conexões entre saberes prévios para a construção de um novo saber, promove a liberdade e criatividade do sujeito, além de mostrar, principalmente, que a manipulação de regras, fórmulas e algoritmos não são somente necessários, porém imprescindíveis. O computador é o melhor exemplo desta idéia.

5. CONCLUSÃO

Retomando a questão norteadora da dissertação, de onde surgiu a seguinte pergunta: ***Por que o formando, potencialmente futuro formador de formadores, que trabalha com a Matemática e, principalmente, no ensino da Matemática, vê o computador apenas como recurso áudio-visual?*** Na dissertação de João Machado (2005) concluiu-se que o discurso sempre chega ao mesmo denominador, ou seja, em relação ao uso do computador, os formandos vêem apenas como acessório do processo, nada mais.

Em nossa pesquisa constatou-se que o discurso se repete. As falas caminham sempre no mesmo sentido: usam o computador como integrantes da sociedade informatizada; vêem o computador como ferramenta auxiliar no ensino; usam a *Internet*, mas não voltada para o ensino-aprendizagem e não sentem a necessidade de linguagem de programação no ensino e aprendizagem da Matemática.

Segundo algumas falas, o professor consegue ministrar sua aula sem o auxílio do computador, pois, para ministrar aulas de Matemática, não precisa valer-se de nenhum recurso tecnológico, mas apenas de quadro e giz.

Relacionar a Matemática com situações reais e vice-versa é, sem dúvida, muito favorecido pelo uso de computadores, porém não há citações dos sujeitos entrevistados sobre essa relação.

Deduz-se ao longo deste trabalho que, historicamente, a Informática surgiu de uma necessidade dos matemáticos efetuarem seus cálculos, e desenvolveu-se nas necessidades de se construir uma linguagem universal. Os pensamentos matemáticos das escolas logicista e formalista são os seus precursores.

Teorias como, por exemplo, o Construcionismo de Papert, estimulam o uso de computador no processo de ensino-aprendizagem, e por isso tal uso tem sido objeto de estudos de vários autores como Valente (2005), Borba (1999), Tikhomirov (1981) entre outros.

Os algoritmos e fórmulas, marcas do ensino tradicional de matemática, podem ser estimulados e, principalmente, adquirir significados com a ajuda de computadores, demonstrando que os pensamentos formais matemáticos não justificam um processo de ensino-aprendizagem sem significados.

No entanto, formandos e formadores parecem não perceber a relação existente entre computador e o ensino de Matemática.

A resposta nos parece difícil de ser estabelecida, mas procuramos indicar alguns fatores que julgamos serem relevantes para a busca da mesma. Tais fatores, não necessariamente em ordem de importância, são:

- ✚ Ausência de humanização dos cursos de Licenciatura em Matemática, evidenciados pela não existência, nos currículos, de disciplinas humanísticas como Sociologia, Antropologia e Filosofia e outras aplicadas, tais como Teoria da Aprendizagem e Avaliação. Tais disciplinas dão compreensão do Homem, local e globalmente, de sua relação com o outro, enquadrando-se entre aquelas que enfatizam o significado;
- ✚ Ausência de disciplinas sobre o desenvolvimento histórico-epistemológico do conhecimento matemático e a relação deste com o ensino da Matemática, como procuramos mostrar ao longo deste texto, por meio da estreita relação entre o pensamento histórico-epistemológico da Matemática com algoritmos, fórmulas, computadores e o processo de ensino-aprendizagem da Matemática;
- ✚ Negligência sobre o ensino-aprendizagem de Computação no currículo dos cursos de Licenciatura em Matemática. Isto é evidenciado, na pesquisa, pelo conteúdo das disciplinas de computação que se limitam, em geral, à introdução à Informática, como editores de textos e planilhas, ou a utilização de softwares educacionais com utilização instrucionista.
- ✚ Saberes não vivenciados por formandos e formadores, visto que a maioria considera a programação de computadores como um saber não necessário ao ensino de Matemática ou até mesmo, que defendem a não utilização do computador em sala de aula.

Outros fatores podem estimular o não uso do computador como elemento integrante do processo ensino-aprendizagem, mas até aqui não os identificamos. Na

verdade, permanece uma dúvida subjacente que julgamos pertinentes, e que encaminhamos como proposta para uma futura pesquisa: ***Qual a relação entre as citações sobre os pensamentos matemáticos — como os citados abaixo — e o ensino tradicional de Matemática?***

(...) Assim, a matemática pode ser definida como o assunto em que nós nunca sabemos sobre o que nós estamos falando, nem se o que estamos dizendo é verdade. Russel. (1965, p. 50)

“Pois é indigno destes doutos homens perder horas como escravos, em trabalhos de cálculos que poderiam, com segurança, ficar a encargo de qualquer pessoa, caso se utilizassem de máquinas”. Leibniz (apud Sant’ Ana, 2005).

(...) Hilbert estava pedindo nada menos do que a subordinação de toda a matemática, com seus conceitos abstratos e sutis, uma rotina mecânica – mecânica em suas regras de formação e regras de inferência, mecânica na verificação de suas provas, mecânica em sua capacidade de decidir questões matemáticas sem pensamento, intuição, significado, ou deliberação. Mecânica como em uma máquina. E mecânica, deixe-me acrescentar imediatamente, de um modo que parece quase inumano. Berlinski (2002, p.152):

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores Reflexivos em uma Escola Reflexiva**. — 2 ed. — São Paulo, Cortez, 2003 — (Coleção Questões da Nossa Época: 103).

ANTUNES, Celso. **As Inteligências Múltiplas e Seus Estímulos**. Campinas. São Paulo: Papyrus, 1988.

ARAGÃO, Rosália M. R.; GONÇALVES, Tadeu O. **Vamos introduzir práticas de investigação narrativa no ensino de Matemática?** Belém: 2004.

BARALDI, I. M. **Matemática na Escola: que ciência é esta?** Bauru: EDUSC, 1999.

BECKER, F. **Da Ação à Operação**. Editora Palmarinca, 1997.

BERLINSKI, David. **O Advento do Algoritmo: a idéia que governa o mundo**. São Paulo: Globo, 2002.

BORBA, M.C; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 104p.

BORBA, M.C. **Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento**. In: Bicudo, M.A.V. (Org.), Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Ed. Unesp, 1999.

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. Trad. E. F. Gomide. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1974.

CHAGAS, Elza M. P. de F. **O que está sendo ensinado em nossas escolas é, de fato, matemática?** Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/944Paiva.PDF>>. Acesso em: 3 jan. 2005.

CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Cultrix, 1999.

CARAÇA, B. J. **Nota**. Gazeta de Matemática. 12, 16. 1942.

CUNHA, M. D. **Cotidiano e Processo de Formação de Professores**. In: CICILLINI, G. A. e Nogueira, S. V. (Org.) **Educação Escolar: políticas, saberes e práticas pedagógicas**. Uberlândia, MG: EDUFU. 2000.

DAVIS, Harold. T. **História da Computação**. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992. — Tópicos de história da Matemática para uso em sala de aula; v. 2.

DAVIS, Philip J.; Hersh, Reuben. **A Experiência Matemática**. Portugal: Gradiva, 1995.

DAVIS, Philip J.; Hersh, Reuben. **O Sonho de Descartes**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1998.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Para Uma Sociedade em Transição**. Campinas, São Paulo: Papyrus, 1999.

_____. Disponível em: http://www.ise.unimontes.br/normal/bibliotecaVirtual/textos/Texto.php?pag=artigo_a_informatica_aplicada&PHPSE>. Acesso em: 13 jul. 2005.

DE CARLO, Melissa Gularte. **Plano de Aula: Poluição Ambiental**. Disponível em http://melissadeca.vila.bol.com.br/met_sup_referencial.htm>. Acesso em: 12 ago. 2005.

DUBINSKY, E. **Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking**, em D.Tall (ed.), *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer Academic Press, 1991.

FILHO, Cléuzio F. **História da Computação — Teoria e Tecnologia**. São Paulo: LTr, 1999.

Fiorentini, D. **Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no**

Brasil. Zetetiké, Ano 3, nº 4, São Paulo, UNICAMP, 1995.

FOLHA INFORMATIVA DO PROJECTO "COMPUTAÇÃO NO ENSINO DA MATEMÁTICA". **O uso dos Computadores na Aprendizagem e no Ensino da Matemática.** Disponível em:

<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius/nonius11_2.html>. Acesso em: 19 maio 2005.

FREIRE, F. M. P. et al. **A Implantação da Informática no Espaço Escolar: questões emergentes ao longo do processo.** Revista Brasileira de Informática na Educação, Santa Catarina, n. 3, p. 45-62, set. 1998.

FREIRE, Fernanda M. P.; PRADO, Maria Elizabette, B. B. **PROFESSORES CONSTRUCIONISTAS: A FORMAÇÃO EM SERVIÇO.** Disponível em: <<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200352145836PROFESSORES%20CONSTRUCIONISTAS.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2005.

GALVÃO FILHO, Teófilo A. **Educação Especial e Novas Tecnologias: o aluno construindo sua autonomia.** Revista INTEGRAÇÃO, Brasília, MEC, ano 13, n. 23, p. 24-28, 2001.) Disponível em: <<http://infoesp.vilabol.uol.com.br/filosof1.htm>>. Acesso em: 2 abr. 2005.

GENNARI, M. C. **Minidicionário de Informática.** São Paulo. Saraiva, 1999.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados.** IV Congresso RIBIE, Brasília 1998. Disponível em: <<http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/artigos.htm>> Acesso em: 10 jan. 2005.

JACOMINO, D. **A Grande Escola da Web. Você s. a. ,** São Paulo, n. 16, p. 60-63, out. 1999.

KALINKE, M. A. **Uma Proposta para Análise e Seleção de Sites Educacionais de Matemática, à Luz das Teorias Construtivista e Ergonômica.** Curitiba, 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) — Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

LEIBNIZ ON COMPUTERS. Disponível em:
<<http://www.mathpages.com/home/kmath335.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2005.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Tradução de: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.
_____. **Cybercultura.** São Paulo: Editora 34, 1998.

LÜDKE, Menga; André, Marli. **A Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, João C. R. **A Informática no Curso de Licenciatura em Matemática na UFPA: os olhares dos alunos.** Belém, 2005. Dissertação (Mestrado) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará.

MACHADO, N. J. **Matemática e Realidade: análise de pressupostos filosóficos que fundamentam o ensino da matemática.** São Paulo: Editora Cortez, 2001.

MALTEMPI, M. V. **Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática.** In BICUDO, M. A. V., BORBA, M. C. **Educação Matemática: Pesquisa em Movimento.** São Paulo: Cortez, 2004.

MEDEIROS, C. F. J. **Por uma Educação Matemática como Intersubjetividade:** In BICUDO, M. A. V. **Educação Matemática.** São Paulo: Editora Moraes, 1999.

MENEGHETTI, Renata C. G. **O conhecimento Matemático no Realismo e no Idealismo: compreensão e reflexão.** Disponível em:
<http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/portal/pdf/numero16/episteme16_artigo_meneghetti.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2005.

MISSÃO PARA A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. **Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal.** Ministério da Ciência e da Tecnologia. Lisboa. Portugal, 1997.

MOORE, Dawn. **Learning Technologies Facilitator**. Disponível em: <<http://web54.sd54.k12.il.us/district54/lts/dmoore/>> . Acesso em: 23 nov. em 2004.

OLIVEIRA, C. C. de; COSTA, J. W. da; MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**. Campinas: Papyrus, 2001.

OLIVEIRA, V. B. de (org). **Informática em Psicopedagogia**. São Paulo: Editora SENAC, 1999.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Trad. Costa Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

_____. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PIAJET, J. **Sobre a Pedagogia**. São Paulo. Casa do Psicólogo 1998.

_____. **Comments in Mathematical Education**, em A. G. Howson (ed) Proceedings of the Second International Congress on Mathematical Education, Cambridge University Press, 1973.

PERRENOUD, P. **Construir as Competências desde a Escola**, Trad. Bruno Charles Magne, Artes Médicas Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

_____. **10 Novas Competências para Ensinar**, Trad. Patrícia Chittoni Ramos, Artes Médicas Sul, Porto Alegre, RS, 2000.

PRADO, M. E. B. B. **O Uso do Computador no Curso de Formação de Professor: um enfoque reflexivo da prática pedagógica**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, UNICAMP.

REY, F. L. G. **A Subjetividade e seu Significado Atual na Construção do Pensamento Psicológico**. In: Trad: Raquel Souza I. Guzzo. **Sujeito e Subjetividade: Uma aproximação histórico-cultural**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning. (p.1999-274).

RICHARDS, J. **Mathematical Discussion**, em E. Von Lagerfeld (ed) *Radical constructivism in Mathematical Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 1991.

RUSSEL, B. **The Study of Mathematics**. In: H. Shapley, Samuel Rapport and Helen Wright, Harper & Row Publishers. **The New Treasury of Science**. New York, pp. 48-50, 1965.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Introdução a uma Ciência Pós-Moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SEDERICOUCDES, O. **A Telemática na Intervenção da Prática Docente**. Disponível:<<http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=4abed&inford=190&sid=102>>. Acesso em: 08 ago. 2005.

Sant' Ana, R. et al. **Pesquisa sobre Gottfried Wilhelm Leibniz**. Disponível: <http://www.faccat.com.br/dti/l1_seminario_3.pdf>. Acesso em: 13 dez 2005.

SILVA, J. Carlo. **Prática Colaborativa na Formação de Professores: A Informática nas aulas de Matemática no cotidiano da escola**. 2005. Dissertação (Mestrado). Uberlândia.

SILVA, J. S. **Guia para a Utilização do Compêndio de Matemática** (policopiado). Lisboa: Ministério da Educação, 1964.

SCHÖN, D. A. **Formar Professores como Profissionais Reflexivos**. In. NÓVOA, A. **Os Professores e a sua Formação**. E ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

_____. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TAKAHASHI, Tadao. **Sociedade da Informação no Brasil: Livro Verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. xxv, 195p. : il. ; 26cm.

TIKHOMIROV, O.K. **The Psychological Consequences of Computerization**. In:

WERTSCH, J.V. (Ed.) **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. New York: M.E.Sharpe. Inc, 1981, p. 256-278.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE J. A. Depurar. In: FAZENDA I (Org.). **Dicionário em Construção: interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez Editora, pág. 118-119, 2001.

_____. **Por que o Computador na Educação?** Disponível em: <<http://www.connect.com.br/ntemg7>>. Acesso em: 3 fev. 2005.

_____. **Informática na Educação: o computador auxiliando o processo de mudança na escola**. Disponível em: <<http://www.nte-jgs.rct-sc.br/valente.html>>. Acesso em: 23 maio 2005. p. 55 (c)

_____. **Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação**. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep7.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2005. (d)

_____. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep7.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2005. (a)

_____. **Diferentes Usos do Computador na Educação**. Disponível em: <<http://upf.tche.br/~carolina/pos/valente.html>>. Acesso em: 3 fev. 2005. (b)

_____. **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. São Paulo: Gráfica Central da Unicamp, 1993.

_____. **Mudanças Na Sociedade, Mudanças Na Educação: o fazer e o compreender**. In J. A. Valente (org) **O Computador na Sociedade do Conhecimento: NIED. UNICAMP, 1999, Campinas, SP.**

VERGNAUD, G. **Epistemology and Psychology of Mathematics Education**. In: **Mathematics and Cognition - ICMI Study Series, 1990.**

VYGOTSKY, L. S. et al. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1998.

Weizenbaum, J. **Puissance de l'Ordinateur et Raison de l'Homme; du Jugement au Calcul**. Paris, Éditions Informatiques, 1981.

A N E X O S

ANEXO A

PERGUNTAS FORMULADAS PARA A ENTREVISTA COM OS FORMANDOS

01. Você utiliza, ou utilizou, em seus trabalhos acadêmicos, algum aplicativo computacional, tipo Editor de Texto (Ex: Word), Planilha Eletrônica (Ex: Excel), ou Software de apresentação (Ex: Power Point)?
Em que disciplinas?
02. Você já usou algum software matemático (MUPAD, MATLAB, WINPLOT, MATHEMATICA, ETC.)?
Em que disciplinas?
03. Você conhece alguma linguagem de programação? Tipo Linguagem C, C++, Java, Fortran, Pascal?
Em que disciplinas?
04. Qual é a sua opinião a respeito da Informática no ensino de Matemática?
05. O computador deve ser usado no ensino de Matemática para os níveis fundamental, médio e/ou superior? Sempre, às vezes, ou nunca?
06. Fale sobre o uso da calculadora no ensino de matemática? Ela deve ser usada a partir de que nível (fundamental, médio e/ou superior)?

ANEXO B

PERGUNTAS FORMULADAS PARA A ENTREVISTA COM OS FORMANDOS

01. Dê a sua opinião a respeito do uso dos recursos da informática na aprendizagem da Matemática?
02. Dê a sua opinião a respeito do uso dos recursos da informática no ensino na Matemática?
03. Qual software matemático você costuma usar? MuPAD, Matlab, Mathematica, etc?
04. Você conhece alguma linguagem de programação? Tipo Linguagem C, C++, Java, Fortran, Pascal?
05. Você recomenda aos alunos algum *site* que auxilie o aluno na aprendizagem de Matemática? (se afirmativo: qual?)